



Suodatinlaitoksen puhdistuslogiikkayksikköjen modernisointi

AOD1-konvertteri, Outokumpu Stainless Oy

Heikki Pirttimaa

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Insinööri(AMK)

KEMI 2013

ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Tornio Worksin Terässulatolla vuonna 2013. Ensimmäisenä haluan kiittää Outokumpu Stainless Oy:tä, joka on tukenut opiskeluni aikaista elämää kesätöillä ja mahdollistanut työharjoitteluiden suorittamisen. Erinomaisesta aiheesta ja mahdollisuudesta tehdä tämä työ haluan kiittää Outokumpu Stainless Oy terässulaton kehityspäällikköä Kari Huttusta ja kehitysteknikkoa Jukka Simulaista.

Työstä haluan kiittää valvojaa DI Jaakko Ettoa sekä työpaikalla työn valvojana toiminutta sähkökunnossapitoinsinööri Kari Enbuskea. Haluan myös kiittää Timo Pennasta ja Pekka Kenttää, jotka auttoivat suunnittelussa aina apua tarvittaessa. Erityiskiitos Katjaanalle ja muille läheisille joustavuudesta ja heidän antamastaan tuesta opiskelun sekä opinnäytetyön tekemisen aikana.

Kemissä 19.4.2013

Heikki Pirttimaa

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikan ala

Koulutusohjelma:	Sähkövoimatekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Heikki Pirttimaa
Opinnäytetyön nimi:	Suodatinlaitoksen puhdistuslogiikkayksikköjen modernisointi
Sivuja (joista liitesivuja):	99 (46)
Päiväys:	19.4.2013
Opinnäytetyön ohjaaja(t):	DI Jaakko Etto Kemi-Tornion AMK Kunnossapitoinsinööri Kari Enbuske Outokumpu Stainless Oy
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Tornio Worksin terässulatolle AOD1-konvertterin savukaasujen suodatusprosessiin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa uudet puhdistuslogiikkayksiköt AOD1-suodatinlaitoksen vanhojen puhdistuslogiikkayksikköjen S61 ja S71 tilalle. Työ tuli ajankohtaiseksi vanhan laitteiston heikon varaosa saatavuuden, huollettavuuden ja käytettävyyden takia. Lisäksi tehtiin alustava suunnitelma uusien puhdistuslogiikoiden Profibus-väylälle ja vaihtotyölle.</p> <p>Ensimmäisenä työssä selvitettiin vanhan automaatiolaitteiston toiminta, siihen liittyvien sähkölaitteiden kunto ja sen soveltuvuus uuteen sähköistykseen. Selvitystyössä käytettiin apuna vanhan laitteiston sähkö- ja automaatiidokumentointia, jonka perusteella saatiin kokonaisvaltainen kuva suodatinlaitoksen puhdistustoiminnasta. Selvitystyön jälkeen alkoi uusien logiikkayksiköiden suunnittelu. Suunnittelussa isossa roolissa oli uusien logiikkakaappien sähkökuvien piirto, joiden perusteella voitiin pyytää tarjoukset eri valmistajilta. Profibus-väylään liittyvien piirustusten ja kaavioiden päivitys ja vaihtotyön suunnittelu tehtiin työn loppuvaiheessa kaappien suunnittelun jälkeen.</p> <p>Uusien yksiköiden ohjelmointi, asennus ja käyttöönotto rajattiin kokonaan työstä pois aikataulullisista syistä johtuen. Asennusta ei voitu suorittaa, koska seuraava riittävän pitkä seisokki asennukselle on vuosihuollon yhteydessä, joko kesällä 2013 tai 2014. Opinnäytetyön tuloksena saatiin suunnitelma uusista nykyaikaisista logiikkayksiköistä sekä sähkö- ja automaatiidokumentointi logiikkakaappien 60X61 ja 60X71 osalta. Lisäksi työn tuloksena saatiin alustava vaihtotyön suunnitelma työn toteutusta varten.</p>	
Asiasanat: modernisointi, automaatio, logiikka, suunnittelu, sähköistys.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical Power Engineering
Author:	Heikki Pirttimaa
Thesis title:	Modernization of Filtering Station Cleansing Logic Units
Pages (of which appendixes):	99 (46)
Date:	May 15, 2013
Thesis instructor(s):	Jaakko Etto, MSc (tech.) Kari Enbuske, Maintenance Engineer
<p>This final project was done to flue gas filtration of AOD1-converter at steel melting shop of Outokumpu Tornio Works. The meaning of final project was to design and accomplish modernization of cleansing logic units and to replace the old logic units S61 and S71. The work came topical because of weak availability of spare parts, serviceability and usability. Furthermore, the preliminary plan of Profibus and change-over was made.</p> <p>The function of old automation, the condition of electrical equipment and its suitability to new electrification was solved first. The old electrical and automation documents were used to help in the investigation of cleansing operations. After the investigation, started the new logic units designing. Drawing of electrical drawings for new cleansing logics was in a big role in designing on the basis of which quotations could be asked from different manufacturers. The updating of Profibus drawings and the designing of change-over was done at the end of the final project after the designing cabinets.</p> <p>Programming, assembly and implementation for the new logic units were excluded from final project because of the tight timetable. Assembly was not done because the next long enough stoppage for assembly will be in summer 2013 or 2014. The result of this final project was the plan for modern logic units, the documentation of electrical and automation and furthermore, preliminary plan for change-over.</p>	
Keywords: modernization, automation, logic, designing, electrification.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 PUHDISTUSLOGIikkAYKSIKKÖJEN MODERNISOINTI	10
2.1 AOD1-suodatinlaitoksen toimintakuvaus	10
2.2 Suodatinlaitoksen puhdistustoiminta	13
2.3 Automaatiosuunnittelun työvaiheet	13
2.4 Yleistä ohjelmoitavista logiikoista	15
2.4.1 Rakenne	15
2.4.2 Tulot ja lähdöt	16
2.4.3 Ohjelmointi	17
2.5 Profibus-väylä	18
2.5.1 Profibus-DP	18
2.5.2 Profibus-master ja slave	19
3 SELVITYSTYÖT	20
3.1 Vanha laitteisto	20
3.1.1 Nykyiset logiikkayksiköt S61 ja S71	21
3.1.2 Kytkinlaatikot	23
3.1.3 Puhdistusventtiilit	23
3.1.4 Puhdistuspulssilaitte	24
3.1.5 Paine- ja paine-ero -kytkin	25
3.1.6 Puhdistusilman syöttöventtiilit	27
3.2 Kaapelit ja niiden kunto	28
3.3 Ohjelman luku	29
3.4 I/O-listaus	30
3.5 Sähködokumentaatio	30
4 SÄHKÖSUUNNITTELU JA HANKINNAT	32
4.1 Uuden logiikan valinta	32
4.2 Logiikkakaapin suunnittelu	33

4.2.1	Syöttö 230 VAC.....	34
4.2.2	Varmennettu apujännite 24 VDC	34
4.2.3	Ohjelmoitava logiikka.....	35
4.2.4	Tulo- ja lähtökortit	36
4.2.5	Puolijohdereleet	37
4.2.6	Ohjauspaneeli.....	38
4.2.7	Sähkökaappi.....	38
4.2.8	Kaapin lämmitys ja valaistus	39
4.2.9	Layout-kuva ja laiteluettelo	39
4.3	Sähkökaapin hankinta	40
4.4	Kenttäkotelot	40
4.5	Kaapelointi	41
4.6	Dokumentointi	41
5	PROFIBUS-VÄYLÄN SUUNNITTELU	42
5.1	RS 485-toistin	42
5.2	DP/DP-coupler	43
5.3	Profibus terminator.....	44
5.4	Kaapelointi	45
6	VAIHTOTYÖN SUUNNITTELUA.....	47
6.1	Ajankohta	47
6.2	Toteutus.....	47
6.3	Asennus- ja ohjelmointiresurssit	49
7	POHDINTA	50
8	LÄHTEET	51
	LIITTEET	52

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

JTSU	Terässulatto
AOD1	Terässulaton 1-linjan Aod konvertteri
CPU	Control Process Unit
I/O	Input/Output
FBD	Function Block Diagram
LD	Ladder Diagram
ST	Structure Text
STL	Statement List
IL	Instruction List
SFC	Sequential Function Chart
SFB	Selective Fuse Breaking
PLC	Programmable Logic Controller
DC	Direct current
AC	Alternating Current
USB	Universal Serial Bus
LAN	Local Area Network
MPI	Multi Point Interface
PROFIBUS	Process Field Bus
DI	Digital Input
DP	Decentralized Peripherals

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli AOD1-konvertterin suodatinlaitoksen puhdistuslogiikkayksikköjen S61 ja S71 modernisointi. Opinnäytetyön kohteena oleva AOD1-suodatinlaitos palvelee AOD1-konvertteria siellä syntyvien savukaasujen puhdistuksessa. Suodatinlaitos sijaitsee Outokumpu Tornio Worksin terässulatolla teräksen valmistuksen alkuvaiheessa. Suodatinlaitoksen toimiminen on erittäin tärkeää teräksenvalmistuksessa. Ilman prosessissa syntyvien savukaasujen puhdistusta teräksen valmistus ei ole mahdollista turvallisuuden ja ympäristövaatimuksien takia. Tämän takia on tärkeää, että suodatusprosessissa olevien sähkö- ja automaatiolaitteiden toiminta taataan pitkälle tulevaisuuteen ja ne täyttävät nykystandardien mukaiset kriteerit.

AOD1-konvertterin toiminnan takaamiseksi tulee suodatinlaitoksen pystyä puhdistamaan AOD:lla syntyviä savukaasuja keskeytyksettä, eikä suodatinlaitos toimi ilman puhdistuslaitteistoa, koska suodatinkammioiden sisällä olevat letkusuodattimet tukkeutuvat. Nykyinen suodatinlaitoksen puhdistuslaitteiston sähköistys on alkuperäinen vuodelta 1989 ja sen on toimittanut silloin ruotsalainen Fläkt. Puhdistuslogiikat S61 ja S71 sekä niihin liittyvät sähkölaitteet ovat ikääntyneet ja siksi mm. varaosien saanti on hankalaa. Ne ovat myös teknisesti vanhentuneet ja voivat hajota lopullisesti millä hetkellä hyvänsä. Suodatinlaitoksen puhdistustoimintaa voidaan kehittää jatkossa helpommin muuttamalla sen toimintatapaa, mikä nykyisellä automaatiolaitteistolla ei ole helppoa. Modernisoinnilla saadaan parannettua huomattavasti suodatinlaitoksen käyntivarmuutta.

Suodatinlaitoksen pölykammiot sisältävät satoja letkusuodattimia ja näin ollen hajonnut suodatin on hankala paikantaa. Letkusuodattimien hajoaminen vaikuttaa suodatinlaitoksen päästöihin, jotka on tarkoin määritelty ympäristövaatimuksissa. Opinnäytetyöhön sisältyi alun perin kehittämisideoiden laatiminen liittyen pölykammioiden hajonneiden letkusuodattimien paikantamiseen, mutta se jouduttiin rajamaan pois työstä tiukan aikataulun vuoksi. Lisäksi uuden laitteiston ohjelmointi ja järjestelmän ohjelmamuutokset jouduttiin rajaamaan työstä kokonaan pois tiukasta aikataulusta johtuen.

Näistä syistä johtuen terässulaton kehitysteknikko Jukka Simulainen ehdotti opinnäytetyöni aiheeksi AOD1-suodatinlaitoksen puhdistuslaitteiston automaation modernisointia logiikkayksiköiden S61 ja S71 osalta. Työ sisältää uuden sähkö- ja automaatio suunnittelun lisäksi tarjouskyselyä logiikkakaappien osalta.

2 PUHDISTUSLOGIIKKAYKSIKKÖJEN MODERNISOINTI

Opinnäytetyön kohteena on Fläktin toimittaman AOD1-konvertterin suodatinlaitoksen letkusuodattimien puhdistuslogiikkayksiköt S61 ja S71. Kumpikin logiikka ohjaa oman suodatinlaitteiston letkusuodattimien puhdistusta paineilmaa apuna käyttäen. Puhdistuslaitteiston tehtävänä on pitää huolta siitä, että suodatinlaitoksen suodatinkammioissa olevat letkusuodattimet eivät pääse tukkeutumaan AOD1-konvertterilla syntyvien savukaasujen puhdistusprosessissa. Suodatinyksikön tehtävä on suodattaa AOD1-konvertterilla syntyvistä savukaasuista sakka ja pienhiukkaset.

Puhdistuslogiikkayksiköt S61 ja S71 ovat sekä toiminnallisesti että fyysisesti kopioita toisistaan, mutta ohjaavat eri suodatinlaitteiston pölykammioiden letkusuodattimien puhdistusta. Syyt miksi puhdistuslogiikkayksiköiden saneeraus tuli ajankohtaiseksi, ovat vanhat logiikkayksiköt ja sen komponentit, jotka ovat ikääntyneet jo aikoja sitten. Varaosien saanti on todella hankalaa nykyisellä laitteistolla ja näin suodatinlaitoksen käytettävyys sekä huollettavuus ovat huonontuneet. Häiriöihin reagointi on myös hidasta nykyisellä laitteistolla. Uuden puhdistuslogiikan valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat mm. sen käytettävyys, huollettavuus ja soveltuvuus vanhaan laitteistoon. Valinta tullaan tekemään kahden logiikkavalmistajan Siemens S7 tai Alstom Effic Fabric Filter Control välillä. Valintaan päätyivät nämä valmistajat, koska Siemens S7 on jo ennestään tuttu logiikka terässulatolla työskenteleville ja Alstom Effic Fabric Filter Control -logiikkaa on käytetty mm. valokaariuuni 1 suodatinlaitoksella.

2.1 AOD1-suodatinlaitoksen toimintakuvaus

Prosesseista syntyvien savukaasujen puhdistaminen tapahtuu terässulatolla siten, että jokaiselle prosessille on oma savukaasukanava, joka yhdistyy suodatinlaitokseen. AOD1:n savukaasun poisto tapahtuu ensin vesijäähdytettyä savukaasuputkistoa pitkin. Myöhemmässä vaiheessa savukaasuputkisto muuttuu jäähdyttämättömäksi savukaasuputkistoksi (kuva 1). (Suhonen 2011, 18, 20)



Kuva 1. Valokaariuunilta ja AOD1-konvertterilta tulevat jäähdyttämättömät savukaasukanavat

Suodatinlaitoksen tarkoitus on imeä prosessissa syntyneet savukaasut savukaasukanavaa pitkin suodatinlaitokselle puhdistettavaksi. Suodatinlaitos sijaitsee omissa rakennuksissaan (kuva 2), jossa savukaasujen puhdistus tapahtuu sen suodatusprosessin avulla. (Suhonen 2011, 20)



Kuva 2. AOD1-savukaasujen suodatinlaitos

AOD1-suodatinlaitos sisältää kaksi eri suodatinlaitteistoa S61 ja S71. Kumpikin suodatinlaitteisto pitää sisällään 8 pölykammiota, joista jokainen kammio sisältää yli 100 letkusuodatinta. Savukaasujen sakan ja pienhiukkasten suodattaminen tapahtuu letkusuodattimien ja puhdistuslaitteiston avulla. Prosessissa syntyvä ja siellä jäähdytetty savukaasu imetään suodatinlaitoksen pölykammioiden letkusuodattimien läpi. Tämän jälkeen letkusuodattimiin tarttunut sakka ja pienhiukkaset puhdistetaan paineilman avulla irti suodattimista. Suodattimien puhdistus tapahtuu puhdistuslogiikoiden 60X61 ja 60X71 ohjelman mukaisesti. Suodatinlaitoksella letkusuodattimien erotteleva sakka ja pienhiukkaset kuljetetaan ruuvikuljettimien avulla pölykonttiasemalle ja pakataan pölykontteihin (Kuva 3). (Suhonen 2011, 20)



Kuva 3. AOD1-suodatinlaitoksen pölykonttiasema ja puhallinyksiköt

Pölykonttiaseman puhdistustapahtuma toimii täysin automaattisesti. Ainoastaan täyden pölykontin vaihto tyhjiin on hoidettava manuaalisesti. Letkusuodattimien jälkeen puhdistunut ilma puhalletaan puhaltimien avulla ulos piipuista. Tämä tapahtuu erittäin suurella puhallinyksiköllä ja piipulla. Kummallakin suodatinlaitteistolla on oma

puhallinyksikkö (Kuva 3). Puhallinyksikössä on kaksi kappaletta suuria sähkömoottoreita, jotka pyörittävät puhaltimia. (Suhonen 2011, 21)

2.2 Suodatinlaitoksen puhdistustoiminta

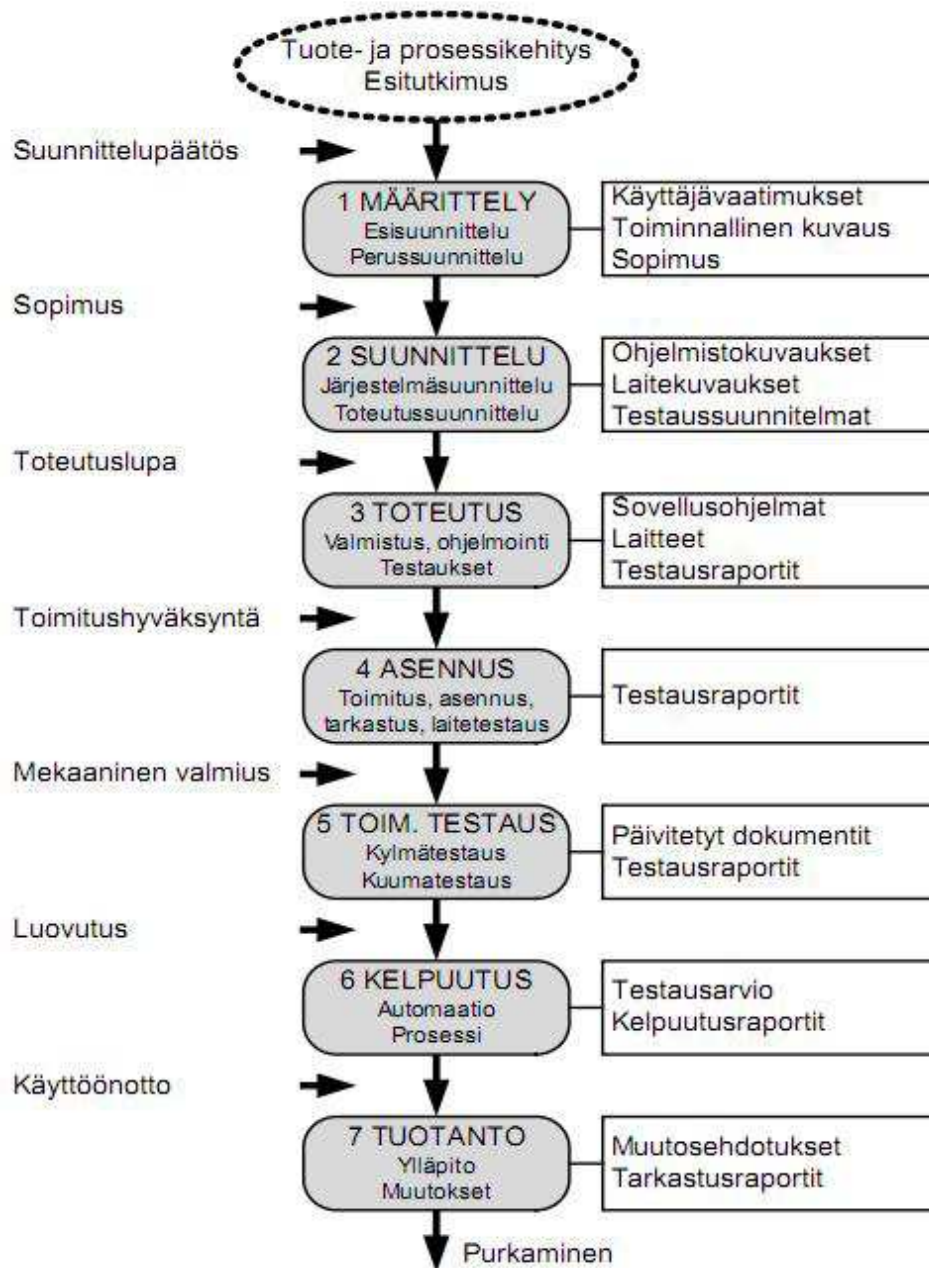
Suodatinlaitoksen letkusuodattimien puhdistustoiminta perustuu paineilmaan ja paine-ero mittaukseen. Puhdistuspaine ajetaan ohjelman käskyjen mukaisesti puhdistusventtiilien kautta letkusuodattimille. Kummallakin suodatinlaitteistolla S61 ja S71 on paine-erokytkin, joka mittaa paine-eroa suodattimien ennen ja jälkeen välillä. Jos paine-ero kasvaa tarpeeksi suureksi, niin silloin tiedetään, että letkusuodattimet ovat tukkeutumassa ja tarvitaan puhdistusta. (Simulainen 7.2.2013, haastattelu; Immonen 21.2.2013, haastattelu)

Puhdistuspaineilmalinjassa oleva painekytkin mittaa putkiston painetta ja aina kun se saavuttaa tankkipaineen (2 Bar), se antaa logiikalle tiedon ”tankkipaine saavutettu”. Logiikan lähtö 440 antaa signaalin puhdistuspulssilaitteelle RP87, joka syöttää asetusarvon pituisen puhdistuspulssin aina neljälle eri puhdistusventtiilille. Puhdistusventtiileitä on 13 venttiiliä yhtä pölykammiota kohden eli yhteensä 104 yhdellä suodatinlaitteistolla. Logiikka on ohjelmoitu siten, että se käy tietyssä järjestyksessä jokaisen puhdistusventtiilin läpi ja sitten aloittaa taas uuden puhdistusjakson. Logiikkaan on ohjelmoitu ajastimilla puhdistustaukojen pituudet yms. (Immonen 21.2.2013, haastattelu; Kenttä 4.3.2013, haastattelu)

2.3 Automaatiosuunnittelun työvaiheet

Automaation uusimisen suunnitteluprojekti pitää sisällään monia eri työvaiheita ja siihen voidaan soveltaa kuvan 4 mukaista automaatiojärjestelmien elinkaarimallia, joka on jaettu peräkkäisiin vaiheisiin. Elinkaarimallissa on kuvattu automatisoinnin eri työvaiheet suunnittelupäätöksestä purkamiseen asti. Tässä opinnäytetyössä keskitytään lähinnä elinkaarimallin kohtiin 1 – 2 sekä jonkin verran myös kohtaan 3. Opinnäytetyö on rajattu siten, että uuden laitteiston ohjelmointi ei sisälly työhön, joten kohta 3 jää osittain pois. Kohta 4 jää kokonaan pois työstä, koska myöskään käyttöönottoa ei ehditä työssä tekemään. Elinkaarimallin vaiheet ovat yleensä päällekkäisiä ja sumeita, joten

tehtäviä ei aina pysty sijoittamaan tiettyihin elinkaaren vaiheisiin. (Suomen Automaatioseura Ry 2007, 8; Kakko 2012, 6, 7)



Kuva 4. Automaatiojärjestelmän elinkaarimalli (Suomen Automaatioseura Ry 2007, 16)

Määrittelyvaiheessa automaatiojärjestelmän vaatimukset ja toiminnot määritellään toimittajan puolella tapahtuvaa tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten. Järjestelmäsuunnittelu ja toteutussuunnittelu sekä testaussuunnitelmien laatiminen ovat suunnitteluvaiheen päätehtävät. Automaation uusinnossa ja laajennuksissa lähtökohtana on olemassa olevan laitoksen dokumentaatio, jonka taso voi vaihdella runsaasti.

Nykyisin esisuunnittelun tuloksia voi olla monissa eri asiakirjoissa, näistä tärkeimmät ovat sopimus ja sen liitteinä olevat ajotapakuvaukset, PI-kaaviot, lähtötiedot ja muut vaatimukset. (Suomen Automaatioseura Ry 2007, 16, 20)

2.4 Yleistä ohjelmoitavista logiikoista

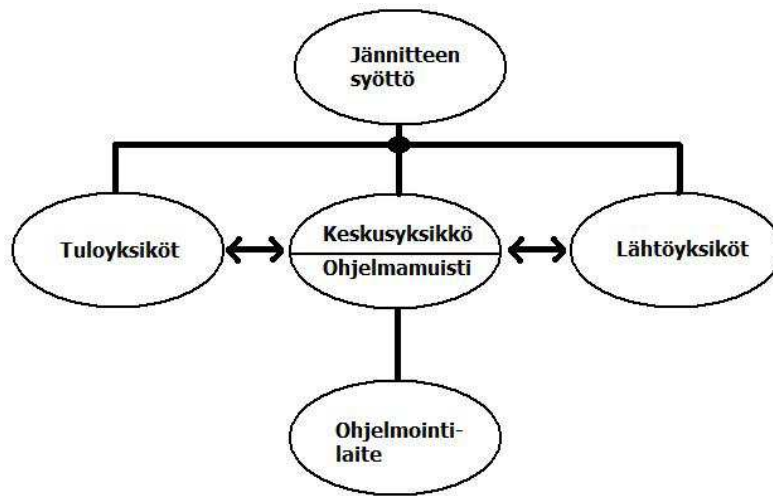
Ohjelmoitava logiikka on englanniksi Programmable Logic Controller eli ohjelmoitava logiikkasäädin. Logiikasta puhuttaessa käytetään yleensä nimeä PLC tai logiikka. Se on pieni mikroprosessilla varustettu tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa. Alun perin ohjelmoitavat logiikat otettiin käyttöön autoteollisuudessa, missä ohjelmistopäivityksen korvasivat ohjausjärjestelmien uudelleenjohdotukset. Yhdellä logiikalla voidaan korvata satoja tai tuhansia aiemmin käytettyjä ajastimia ja releitä. Vikadiagnostiikka-ominaisuudet logiikoissa helpottavat vikatilanteiden selvityksissä ja näin tuotantoseisokit jäävät lyhyemmiksi. Ohjelmoitavan logiikan toiminnallisuus on vähitellen kasvanut perinteisestä releiden korvaajasta ohjauskeskukseksi, joka hallitsee kehittyneen liikkeen ohjauksen, prosessin säädön, hajautetut hallintajärjestelmät ja tietokoneverkot. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212)

Nykyään markkinoilla on saatavana paljon erilaisia logiikkoja. Suosittuja logiikkavalmistajia ovat mm. Siemens, ABB, Mitsubishi ja Omron. Logiikan valmistajasta riippumatta ne voidaan ohjelmoida loogisilla käskyillä joiden toiminta on samanlaista. Yleensä kun tutustuu syvemmin yhteen logiikkavalmistajaan, on hyvin helppoa oppia käyttämään myös muiden logiikkavalmistajien logiikkoja. (Leppäkoski & Aaltonen 2008, 2.1)

2.4.1 Rakenne

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessori -pohjainen laite, jossa on joko integroituja tai modulaarisia tulo- ja lähtöportteja, joihin on kytketty kentällä olevia antureita, venttiileitä, kytkimiä, painonappeja ja toimilaitteita. Logiikka ohjaa toimilaitteita käyttäjän luoman yleensä paristovarmennettuun muistiin sijoitetun ohjelman ja erilaisien sensoreiden antamien tietojen mukaisesti. Logiikat jaetaan pieniin

komakteihin logiikkoihin ja modulaarisiin logiikkoihin. Kompaktit logiikat ovat edullisia, mutta rajallisesti laajennettavia. Modulaarisissa logiikoissa laajennusmahdollisuudet ovat monipuolisemmat. (Keinänen ym. 2007, 212). Kuvassa 5 on esitetty ohjelmoitavan logiikan yksiköt.



Kuva 5. Ohjelmoitavan logiikan yksiköt (Leppäkoski & Aaltonen 2008, 2.2)

2.4.2 Tulot ja lähdöt

Ohjelmoitavan logiikan nimitykset tulo ja lähtö juontuvat termistä I/O, input/output. Ne ovat logiikan ulkoisia liitäntöjä. Tulo- ja lähtöporteilla on omat tarkoituksensa. Tulojen kautta logiikkaan saadaan tietoa järjestelmän tilasta, kun taas lähtöporttien kautta logiikalla voidaan ohjata järjestelmää. Digitaaliset signaalit ilmaisevat vain päällä- tai poissa-tilan (1 tai 0, tosi tai epätosi), ne käyttäytyvät kuin kytkimet. Esimerkiksi painikkeet, rajakytkimet ja valokennot ovat laitteita, joissa on potentiaalivapaita koskettimia, jotka liitetään logiikan tuloihin. (Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström & Välimaa 1996, 107, 108, 109)

Digitaalinen signaali ilmaistaan yleensä jännitteellä tai virralla. Näin voidaan tulkita tietty suureen alue 0- tai 1-tilaksi. Logiikka voi käyttää esimerkiksi 24V:n DC-jännitettä ilmaisemaan signaalien tilan, joko päällä tai poissa-tilan. 22 V:n ylittävät jännitteet tulkitaan päällä olevaksi signaaliksi ja taas alle 2 V:n jännitteet tulkitaan poissa olevaksi signaaliksi. Ohjelmoitavissa logiikoissa oli alun perin vain digitaalisia liitäntöjä.

Analogiset signaalit välittävät kaikki arvot toiminta-alueensa ääripäiden väliltä. Ne käyttäytyvät kuin äänenvoimakkuuden säätimet. Ohjelmoitavassa logiikassa analogiset arvot tulkitaan yleensä kokonaisluvuiksi. Analogisten signaalien tarkkuus riippuu AD-muunnoksessa käytössä olevien bittien määrästä ja suurempi tarkkuus vaatii enemmän muistia. Yleisimpiä laitteita, joiden mittaustietoja välitetään analogisten signaalien avulla ovat paine-, virtaus- ja lämpötilalähettimet. (Fonselius ym. 1996, 110)

Analogiaviestien mitattavien signaalien arvo voi olla mitä tahansa valitulla mitta-alueella. Tyypistä riippuen analogiaviestin voi olla esim. 0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V, +-10 V ja +-5 V. Lisäksi on olemassa vastuskortteja, jolloin erillisiä lähettimiä ei tarvita, vaan kortille voidaan kytkeä suoraan esimerkiksi PT100-anturi. Yleisimmin käytettyjä analogiaviestialueita ovat 4-20 mA ja +-10 V. (Fonselius ym. 1996, 110)

2.4.3 Ohjelmointi

Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointi tapahtuu tietokoneen tai erillisen ohjelmointilaitteen avulla. Tietokoneella ohjelmoidessa ohjelmat kirjoitetaan erityisesti tähän tarkoitukseen tarkoitetuilla ohjelmilla, jonka jälkeen ne siirretään logiikkaan suoritettavaksi. Ohjelmat ovat yleensä logiikkavalmistajakohtaisia. Logiikassa ohjelma tallennetaan joko paristoilla varmennettuun RAM-muistiin tai johonkin muuhun pysyvään muistiin. (Fonselius ym. 1996, 110)

Ohjelmoitavien logiikoiden yleistyminen toi aikoinaan lisää haasteita mm. sähköasentajille, joiden oli pystyttävä oppimaan ohjelmointi työn ohessa. Logiikoissa käytettiin aluksi ”tikapuulogiikkaa”, joka muistuttaa aika pitkälti relelogiikoiden kytkentäkaaviota. Nykyaikaisten logiikoiden ohjelmointi voidaan toteuttaa monella eri tavalla, tikapuulogiikoista perinteisiin ohjelmointikieliin.

Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelman kirjoittamiseen on tarjolla erilaisia ohjelmointilaitteita, joissa on käytettävissä erilaisia ohjelmointikieliä. Yleisimmin käytettyjä ohjelmointitapoja ovat logiikkakaavio- FBD, relekaavio- LD ja sekvenssiohjausohjelmointi- SFC, käskylista- IL sekä korkeantason ohjelmointikieli- ST. (Fonselius ym. 1996, 117)

2.5 Profibus-väylä

Profibus nimi tulee englannin kielen sanoista Process Field Bus eli prosessikenttäväylä. Se on väyläratkaisu, joka on Siemensin kehittämä. Sen kautta kaikenlaiset automaatiolaitteet voivat vaihtaa dataa keskenään. Profibus-väylään voidaan liittää aliväylä, joten siksi siitä käytetään nimitystä ”ylemmän tason” väylä. Ideana on, että mm. eri valmistajien logiikat, ohjauspaneelit, tietokoneet, toimilaitteet ja anturit voivat liikennöidä samalla väylällä. Profibus-väylä on tunnettu ja laajalle levinnyt kenttäväylä, joten siitä johtuen nykyään kaikki johtavat automaatiolaitteiden valmistajat tarjoavat omiin laitteisiinsa Profibus-liityntä mahdollisuutta. Profibus-väylän tiedonsiirrossa käytetään kaksijohtimista maadoitettua kaapelia, joka on yleensä violetin tai turkoosin väristä. Profibus-väylän sovelluskohteita ovat yleensä valmistus-, prosessi- ja rakennusautomaatio. (Santala 2005, 17)

2.5.1 Profibus-DP

Profibus-DP on kenttäväyläjärjestelmä, jonka kirjaimet DP tulevat englanninkielen sanoista Decentralized Peripherals. Se voidaan liittää monien eri valmistajien logiikkaohjaimiin. *“Pienen reaktioaikansa vuoksi se täyttää mainiosti aikakriittisen tiedonsiirron vaatimat tarpeet. Profibus-DP soveltuu nopeaan kenttätason tiedonsiirtoon ja siihen kehitetyt sovellukset ovatkin painottuneet laajasti useille teollisuusaloille.”* (Leinonen 2012, 16)

Tarkoituksena on, että ohjelmoitavat logiikat, tietokoneet tai prosessinohjauslaitteet voivat kommunikoida hajautettujen kenttälaitteiden kanssa. Profibus-DP -kenttäväylä on halpa ja nopea sekä yksinkertainen tiedonsiirtomenetelmä ja se soveltuu hyvin pienten datamäärien siirtoon, kuten anturien ja kenttälaitteiden lukemiseen. Profibus-DP:ssä huonona puolena on se, että sen kautta ei voida suorittaa virransyöttöä, kun taas Profibus-PA -väylän kautta voidaan. (Leinonen 2012, 16)

Profibus-väylän nopeus voidaan valita itse 9.6 kbit/s...12 Mbit/s väliltä. Nopeudessa täytyy ottaa huomioon kuitenkin eri laitteiden välinen matka. Mitä pidempi välimatka, sitä pienempi nopeus täytyy valita. Välimatkan ollessa alle 100 m voidaan käyttää

maksiminopeutta 12 Mbit/s. Taulukossa 1 on esitetty kaapeleiden sallitut pituudet nopeutta kohden. (Santala 2005, 17; Leinonen 2012, 17)

Taulukko 1. Kaapelin pituuden vaikutus tiedonsiirtonopeuteen Profibus-DP -väylässä (Leinonen 2012, 17)

Nopeus (kbit/s)	9,6	19,2	93,75	187,5	500	1500	12 000
Pituus (m)	1200	1200	1200	1000	400	200	100

2.5.2 Profibus-master ja slave

Profibus erotellaan isäntälaitteiden (master) ja orjalaitteiden (slave) välillä. Profibus-master eli Profibus-DP on väylän aivot ja se määrää aina datan siirron. Sen tarkoituksena on välittää tietoa orjalaitteille eli Profibus-slaveille. Orjalaitteet toimivat yleensä kenttälaitteina ja ne voivat olla joko aktiivisia tai passiivisia asemia Profibus-protokollassa. Aktiiviset kenttälaitteet voivat lähettää viestin ilman ulkoista pyyntöä jos se pitää väyläpääsyä oikeana. Passiiviset kenttälaitteet ottavat vastaan komentoja väylän kautta, mutta eivät lähetä tietoja muuten kuin pyydettyä. Profibus-slaven alaisuuteen voidaan liittää tavallisia I/O-kortteja tai kortteja, jotka on suunniteltu toimimaan väylän alaisena. Profibus-slavet voidaan hajauttaa ympäri tehdasta, josta tulee nimi hajautettu I/O. (Santala 2005, 18)

Profibus-kaapeli kytketään Profibus-masterista ensimmäiseen Profibus-slaveen ja siitä aina eteenpäin niin monta kertaa kuin slaveja on järjestelmässä. Kaapelin liittimissä on päätevastus, joka kytketään päälle kaapelin lähtöpaikasta ja kaapelin viimeiseen liittimeen liitetystä slavesta. Päätevastus kytkee kaapelin toimimaan liitettyjen Profibus-laitteiden välillä. Jos joku liitetystä Profibus-laitteista halutaan saada pois käytöstä, kytketään päätevastus siitä kohdasta päälle, jolloin kyseinen laite kytkeytyy pois järjestelmästä. Sen tarkoituksena on estää myös signaalien heijastuminen. Useimmiten päätevastus on integroituna liittimiin. (Santala 2005, 17)

3 SELVITYSTYÖT

Opinnäytetyön selvitystyö -vaiheessa perehdyttiin ensiksi tarkemmin suodatinlaitoksen prosessiin. Ennen sähkö- ja automaatio suunnittelun aloitusta selvitettiin suodatinlaitoksen puhdistusprosessin toimintakuvaus, nykyisen puhdistuslogiikan toiminta ja siihen liittyvä sähkö-automaatiolaitteisto. Selvitystyössä pyrittiin saamaan kokonaisvaltainen kuva prosessikohteesta vanhan sähködokumentaation perusteella. Laitteiston lisäksi selvitettiin nykyisen sähködokumentaation paikkansapitävyys ja soveltuvuus uuden alustaksi. Selvitystyössä vertailtiin myös vanhaa logiikkaa alueella olevien uudempien suodatinlaitoksien puhdistuslogiikkoihin. Kaikilla alueella olevilla suodatinlaitoksilla on sama tarkoitus, joten niitä voitiin käyttää hyväksi vertailussa ja saada sieltä ideoita suunnitteluun ja toteutukseen.

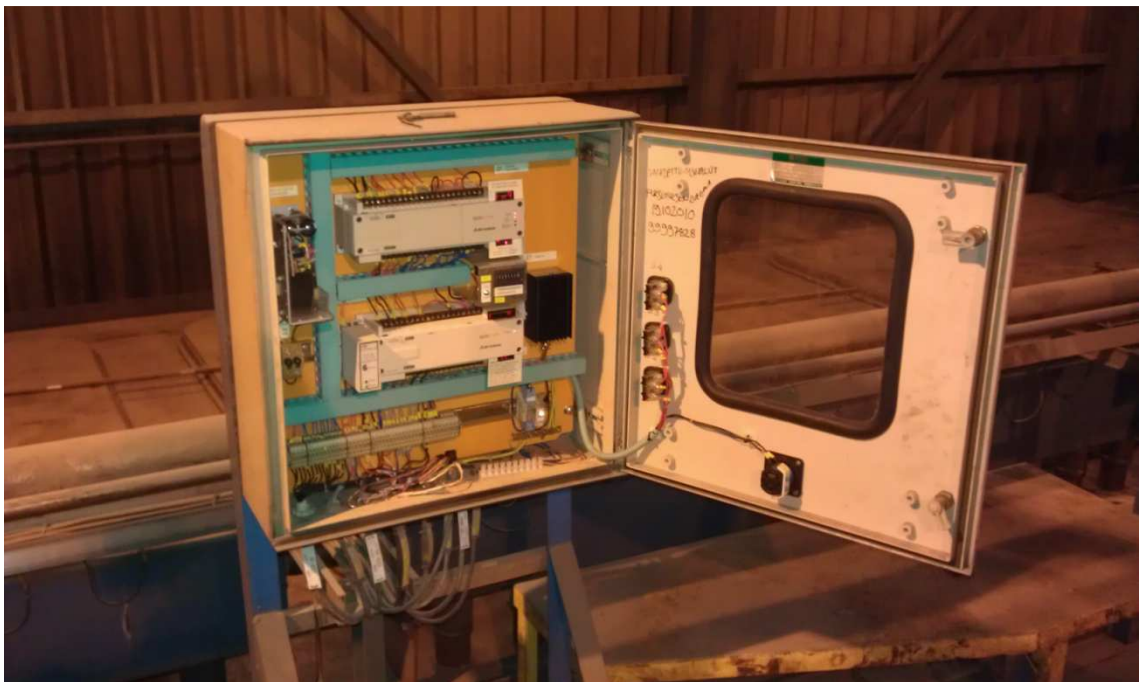
Nykyisen puhdistuslaitteiston toimintaan perehtymistä helpotti nykyisen laitteiston sähködokumentaatio, joka oli lähes ajan tasalla, pieniä päivityksiä lukuun ottamatta. Selvitystyöhön sisältyi sekä kenttätöitä että toimistossa nykyisten kuvien selvitystä, jossa jokainen suodatinlaitoksen puhdistuslogiikkaan liittyvä sähkölaite käytiin kytkentöineen läpi. On myös hyvin todennäköistä, että suunnittelun aikana täytyy käydä kentällä tutkimassa joitakin kytkentöjä, kaapelireittejä ja tiloja, jotka on jäänyt huomioimatta selvitystyössä.

3.1 Vanha laitteisto

Esiselvityksessä selvitettiin ensiksi paikanpäällä sähködokumentaatiota apuna käyttäen mitä komponentteja ja laitteita nykyinen laitteisto pitää sisällään. Suodatinlaitoksen PI-kaavion ja piirikaavioiden avulla selvitettiin logiikkaan liittyvien kytkimien, mittauksien, lähettimien ja venttiilien määrät sekä niiden positiot. Sähködokumentaatiosta saatiin selville myös laitteiden sähkötekniset ominaisuudet ja kytkentätiedot.

3.1.1 Nykyiset logiikkayksiköt S61 ja S71

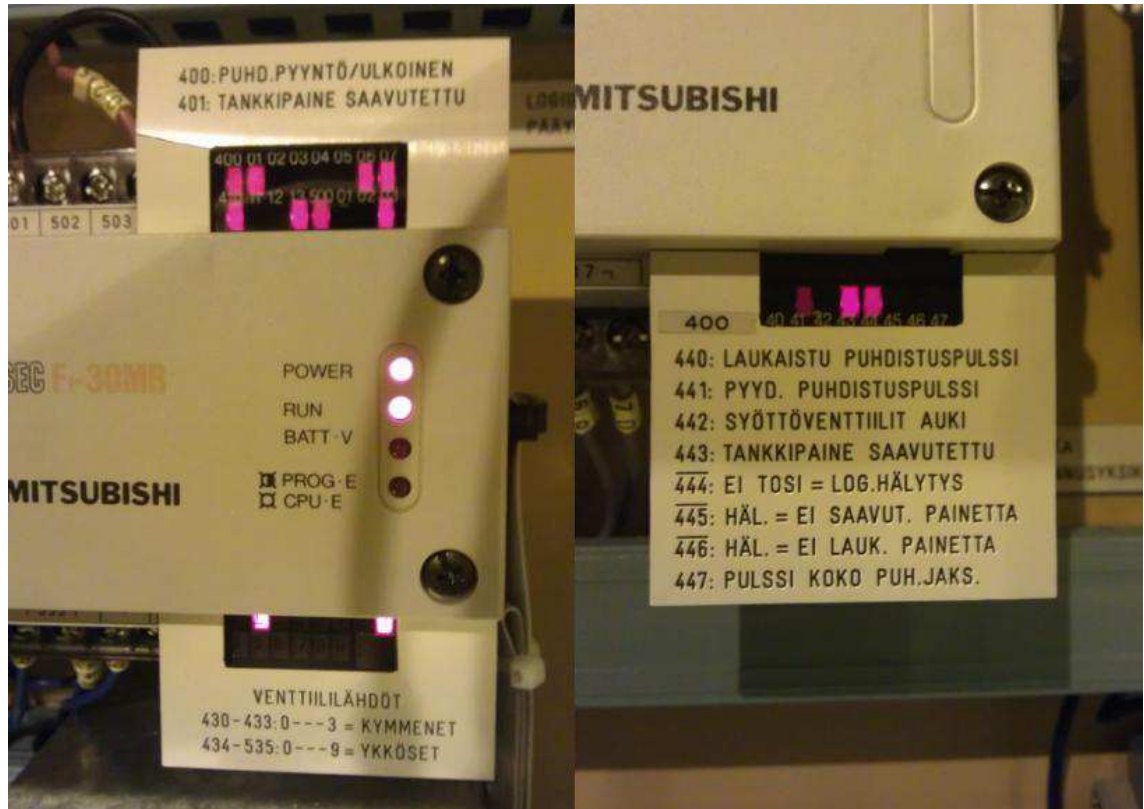
Logiikkayksiköt ovat kopioita toisistaan, joten selvitystöissä perehdytään vain S71-logiikkayksikköön ja siihen liittyvään laitteistoon. Suodatinlaitoksen toimittaja Fläkt on aikoinaan toimittanut puhdistuslaitteistoon liittyvän Mitsubishin Melsec-F1 logiikan suodatinlaitoksen mukana. Puhdistuslogiikat on toteutettu siten, että nykyiseen logiikkakaappiin on asennettu samaan logiikkaperheeseen kuuluvat pääyksikkö sekä laajennusyksikkö (Kuva 6). Pääyksikkö on tyypiltään F1-30MR-ES ja laajennusyksikkö F1-20ER-ES sekä ne ovat kompaktirakenteisia. Pääyksikkö sisältää 16 kpl digitaalituloja ja 14 kpl relelähtöjä sekä laajennusyksikkö sisältää 12 kpl tuloja ja 8 kpl relelähtöjä. Logiikan tulot ja lähdöt ilmaistaan valodiodeilla sekä lähdöt on erotettu logiikan elektroniikasta releillä.



Kuva 6. Logiikkakaappi S71, jossa pääyksikkö ja laajennusyksikkö

Logiikkakaapin kanteen on asennettu painonapit S2, S3 ja S4 paikallisohjausta varten. S2 on painehälytyksen kuittauspainike, S3 käsiajokäskypainike, kun halutaan manuaalisesti ohjata puhdistusventtiileitä ja S4 on askellus halutulle venttiililähdölle (Kuva 7). Nämä toiminnot täytyy pystyä tekemään myös uudessa logiikassa, joten painikkeet tullaan korvaamaan uudenaikaisella ohjauspaneelilla, johon voidaan ohjelmoida myös paljon muita toimintoja. Lisäksi kaappi sisältää 220 VAC / 24 VDC-

verkkolaitteen, 0,5A 220 VAC-varokkeet F1 ja F2 yksiköiden jännitteen syötössä, lämpöelementin sisäänrakennetulla termostaatilla 220 VAC, maadoituskiskon, puhdistuspulssilaitteen, puhdistusjaksojen laskurin ja riviliittimet lähdöille. Kyseiset laitteet toimivat, mutta ovat jo vanhoja, joten uudet toimitetaan uuden logiikkakaapin mukana.

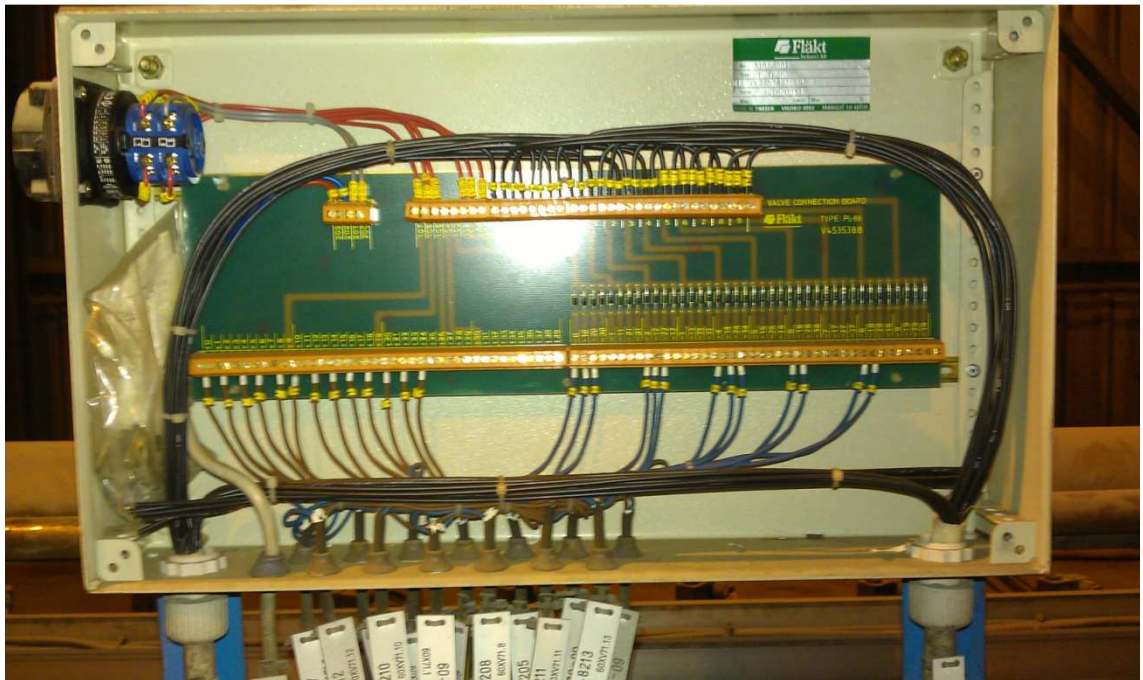


Kuva 7. Pää- ja laajennusyksikön lähdöt

Päyksikön kahta lähtöryhmää (430 - 433 ja 434 - 535) apuna käyttäen voidaan ohjata n. 40 kpl yksittäistä venttiililähtöä diodimatriisin kautta 14- johdinkaapelilla. Lähtöjen 430 – 433 yhden relekoskettimien kautta tulee aina 24 VDC ulos ja ne vaihtelevat puhdistuspulssin jälkeen annettuun seuraavaan 10-lukualueeseen, kun niin halutaan. Lähtöjen 434 - 535 relekoskettimista yksi on aina sulkeutunut ja heti puhdistuspulssin jälkeen se vaihtuu seuraavaan relekoskettimeen. Näin on saatu ”pyörivä” käynti. Lukemalla näiden kahden lähtöryhmän valodiodeja, voidaan nähdä minkä venttiilin vuoro on seuraavana puhdistuspulssille. Laajennusyksikön lähdöt on esitetty kuvan 7 merkkikilvessä, joista 441 ja 447 eivät ole käytössä. Näitä kahta lähtöä lukuun ottamatta, on laajennusyksikön lähtöihin kytketty kilven mukaiset informaatio- ja ohjaushälytykset.

3.1.2 Kytkinlaatikot

Jokaiselle pölykammion puhdistusventtiiliryhmälle on olemassa oma kytkinlaatikko, joka sisältää diodimatriisi liittymäkortin (Kuva 8). Kuvassa 8 näkyy logiikan pääyksikön venttiililähdöiltä liittymäkortille tuleva 14-johdinkaapeli, joka jatkuu myös seuraavien kammioden kytkinlaatikkoille. Jokaisen pölykammion kytkinlaatikko on asennettu huoltoja varten huoltokytkin, joka kytkee kyseisen kammion puhdistuksen pois toiminnasta huollon ajaksi. Mikäli uudeksi logiikaksi valitaan sellainen mikä ei vaadi diodimatriisi liittymäkorttia, niin voidaan ne poistaa kytkinkotelosta ja käyttää sitä jakokotelona puhdistusventtiilien kaapeleille.



Kuva 8. Pölykammion puhdistusventtiilien kytkinlaatikko

3.1.3 Puhdistusventtiilit

Puhdistusventtiilit ovat tyypiltään auki/kiinni-pulssiventtiileitä, joiden kautta puhdistusilma ajetaan sisään pölykammioden letkusuodattimille (kuva 9). Logiikalta tulee 24 VDC-ohjaus magneettiventtiilille, joka ohjaa aina pulssiventtiilin auki puhdistuspulssin ajaksi. Magneettiventtiilit ja pulssiventtiilit ovat vielä hyväkuntoisia ja

niihin löytyy varaosia, joten niitä ei uusita logiikan uusinnan yhteydessä. Muutenkin ne ovat toimineet suhteellisen luotettavasti tähän mennessä.



Kuva 9. Kahden pölykammion puhdistusventtiilit

3.1.4 Puhdistuspulssilaitte

Uuden tulevan logiikan toiminnan kannalta tärkeä asia on puhdistuspulssin kesto, joka on nykyisessä logiikassa säädetty erillisellä pulssilaitteella RP-87 (kuva 10). Pulssilaitteen syöttämää pulssin kestoja voidaan säätää manuaalisesti 10 - 300 ms pulssilaitteen kannesta. Tällä hetkellä ei ollut tarkkaa tietoa mihin aika-arvoon se oli aikojen kuluessa säädetty. Puhdistuspulssin pituus saatiin mitattua Fluken Scopemeterillä VDC-alueella mittaamalla laitteen plus- ja miinusnavoista. S61-suodattimella puhdistuspulssin kesto oli 138 ms ja S71-suodattimella 160 ms. Uuteen logiikkaan pulssilaitetta ei tarvita, koska puhdistuspulssin pituus voidaan määrittää uuden logiikan ohjelmaan.



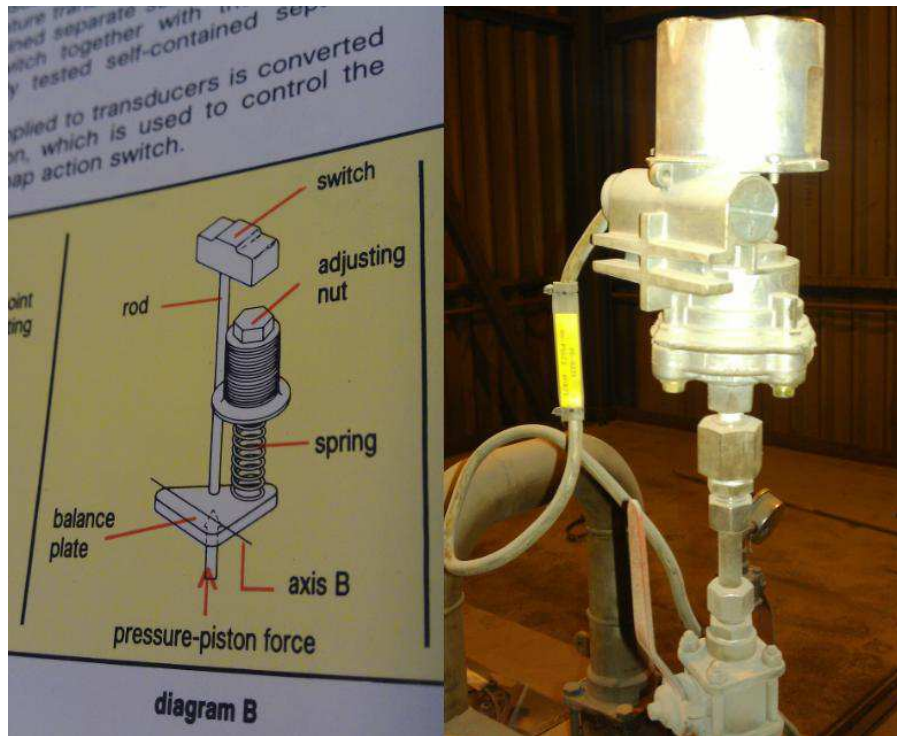
Kuva 10. Puhdistuspulssilaite ja scopemeter

3.1.5 Paine- ja paine-ero -kytkin

Teollisuudessa ja etenkin prosessiteollisuudessa paineen mittaaminen on toiseksi yleisin mittaus lämpötilan mittauksen jälkeen. Prosessissa painetta halutaan tarkkailla, säätää tai sen avulla voidaan laskea korjauskertoimia, mitata pinnan korkeutta, virtausta, tiheyttä jne. Painetta voidaan mitata kolmella eri tavalla, joista yleisin on ns. suhteellinen mittaus, jolloin mitataan kyseisen tilan painetta suhteessa ilmanpaineeseen. Toinen tapa mitata painetta on absoluuttisesti, tällöin vertailutilassa on tyhjiö. Painetta voidaan mitata myös vertaamalla sitä johonkin toiseen paineeseen, joka poikkeaa tyhjiöstä tai ilmanpaineesta. (Sivonen, 2007, 54, 55)

Kummankin suodatinlaitteiston puhdistuspaineilmalinjaan on asennettu painekytkin (Kuva 11), joka mittaa tehdasverkosta puhdistuspaineilmatankkiin tulevaa painetta. Aina kun puhdistuspaineilma saavuttaa tankkipaineen (noin. 2 bar), niin painekytkeimen

koskettimet sulkeutuvat ja se antaa tiedon ”*tankkipaine saavutettu*” logiikalle. Painekytkimet ovat alkuperäisiä vuodelta 1989 ja ovat uusinnan tarpeessa. Niiden valmistajana on ollut silloin Asco ja ne ovat tyypiltään SB11A-TF10A. Painekytkimen mitta-alue on 0,2 – 7 bar ja positiot ovat PS-6062 ja PS6072. Näiden tilalle on suunniteltu vaihdettavaksi sähköiset painelähettimet logiikan uusinnan yhteydessä. Pinalähettimien avulla saadaan lisää informaatiota järjestelmään ja mittaustarkkuus paranee.



Kuva 11. Puhdistuspaineilmalinjan painekeytkin

Paine-erokytimet PDS-6061 ja PDS-6071 mittaavat paine-eroa suodattimien ennen ja jälkeen väliltä (kuva 12). Kun paine-ero kasvaa tarpeeksi suureksi, niin kytkin antaa puhdistuskäskyn logiikalle ”*Halutaan puhdistusta*”. Paine-erokytin on tyypiltään SA31A-TA31A11 ja sen valmistaja on ollut myös Asco. Sen mitta-alue on 0 – 70mbar ja viesti ulos on kosketinviesti. Paine-erokytin on myös alkuperäinen ja tilalle on tarkoitus vaihtaa uusi paine-erolähetin.

Pinalähetin ja paine-erolähetin eroavat toisistaan rakenteensa ja toimintansa perusteella. Pinalähettimen toiminta perustuu siihen, että paine johdetaan lähettimessä kalvolle ja kalvon toisella puolella oleva tuntoelin reagoi kalvon mekaaniseen muutokseen. Jos lähettimellä halutaan mitata paine-eroa, sijoitetaan sähköinen tuntoelin

kahden kalvon väliin, jonka jälkeen tuntoelimeltä saatu viesti vahvistetaan ja muutetaan standardiviestiksi. Paine-erolähettimellä saadaan enemmän informaatiota järjestelmään tulevaisuudessa. Lähettimelle on vedettävä myös uusi kaapeli. (Sivonen, 2007, 56)



Kuva 12. Paine-erokytkin

3.1.6 Puhdistusilman syöttöventtiilit

Tehdasverkosta tulevaan paineilmalinjaan asennettiin aikoinaan kiinni/auki-venttiili jota ohjattiin puhdistuslogiikan ohjelman mukaisesti. Alkuperäinen venttiili kuitenkin hajosi 2 vuotta sitten, jonka tilalle asennettiin Metson Neles B1CU13/35L-venttiili (kuva 13). Uusi venttiili ei kuitenkaan kestänyt jatkuvaa kiinni/auki -ohjausta ja sen sisuskalut hajosivat. Tällä hetkellä venttiili on pakotettu auki ja sitä ei ole tarpeen korjata logiikan uusinnan yhteydessä.



Kuva 13. Metson puhdistusilman syöttöventtiili

3.2 Kaapelit ja niiden kunto

Logiikkayksiköiden 230 VAC-syöttö tulee AOD1-suodatinlaitoksen sähkötilasta omalla MCCMK 3x2,5+2,5 -kaapelilla kummallekin yksikölle. Syöttökeskus on varmennettu UPS -varavoimalla ja sen positio on VA2631. Logiikan venttiililähdöiltä kytkinlaatikoille lähtevä kaapeli on kaapeloitu MMO 19x1,5 joista käytössä on 14 johdinta. Kytinlaatikoilta puhdistusventtiileille lähtevät kaapelit on johdotettu VSKB-ATON 2x0,75 -kumikaapelilla. Kytinlaatikoiden huoltokytkimien asentotieto sekä paine- ja paine-ero -kytkimet on kaapeloitu KLAM 2x1,5+1,5 -kaapelilla. S71:n kytkinkoteloiden huoltokytkimien asentotietojen kaapelointi järjestelmään on esitetty liitteessä 1. Logiikalta jakokotelolle ja sitä kautta järjestelmään lähtevät kaapelit on kaapeloitu joko JAMAK- tai NOMAK -parikaapelilla. Toimilaitteiden kaapelit ovat hyvässä kunnossa, lukuun ottamatta pientä pölykerrosta. Myös logiikalta

automaatiojärjestelmään lähtevät kaapelit ovat hyvässä kunnossa, eikä niitä ole tarpeen uusia.

Logiikkakaappien vieressä olevien jakokoteloiden 60JK62 ja 60JK72 kautta on viety tarvittavat tiedot ja hälytykset puhdistuslogiikalta ABB:n järjestelmään. Logiikalta järjestelmään lähtevät tiedot on johdotettu erillisillä parikaapelilla jakokotelolle, josta ne on johdotettu samalla runkokaapelilla AOD1-suodatinlaitoksen ristikytkentätilaan ja järjestelmän tulokorteille (DI). Puhdistuslogiikan 60X71 järjestelmään lähtevien kaapeleiden johdotus ja kytkentä on esitetty esimerkkinä johdotuksesta opinnäytetyön liitteessä 2.

3.3 Ohjelman luku

Ohjelmoitavan logiikan yleisimmät ohjelmointitavat ovat käskylista, funktiokaavio ja sekvenssikaavio. Nykyisin ohjelmat ohjelmoitaviin logiikoihin kirjoitetaan tietokoneella erityisesti tähän tarkoitukseen tarkoitetuilla ohjelmilla ja siirretään logiikkaan suoritettavaksi. Ohjelmat ovat usein valmistajakohtaisia.

Puhdistuslogiikassa ei ole tietokoneliitäntämahdollisuutta, joten nykyisten logiikoiden ohjelmoinnissa on käytetty Mitsubishin valmistamaa Melsec F1-20P - ohjelmointipaneelia (kuva 14) ja ohjelmointitapana on ollut käskylista. Nykyisestä dokumentaatiosta löytyy lisäksi tikapuukaavioksi muutettu käskylista, joka helpottaa uuden logiikan ohjelmointia. Logiikalla on tietty ohjelmakierto, jonka logiikka käy järjestyksessä läpi sille asetettujen käskyjen mukaan. Tässä tapauksessa ohjelmakierto voi sisältää jopa 1000 askelta. Paneelilla ohjelmointi suoritetaan siten, että valitaan ensin askel (STEP) sen jälkeen annetaan käsky (INSTR) ja sitten osoite (DATA).

Ohjelmat molemmilla suodatinlaitteistoilla ovat olleet täysin samanlaisia, mutta muutama vuosi sitten suodatinlaitteiston S61:n logiikkaohjelmaan tehtiin pieniä lisäyksiä. Lisäykset laitettiin silloin ylös tietokoneelle, mutta niitä ei enää kuitenkaan löydetty. Lisäykset saatiin selville ohjelmointipaneelin monitorointia apuna käyttäen, jolloin voitiin selata logiikan ohjelmaa RUN -tilassa. Lisäykset kirjattiin jo olemassa olevaan S61:n käskylistaan.



Kuva 14. Mitsubishiin Melsec ohjelmointipaneeli

3.4 I/O-listaus

Uutta logiikkaa suunniteltaessa ja hankkiessa täytyy tietää, kuinka paljon ja minkä tyyppisiä tuloja ja lähtöjä logiikka pitää sisällään. Puhdistuslogiikan tulojen ja lähtöjen selvitys onnistui piirikaavioiden avulla sekä paikanpäällä tutkimalla. Kummallakin logiikkayksiköllä on samat tulot ja lähdöt. Tulot ja lähdöt on esitetty opinnäytetyön liitteessä 3. I/O-listasta nähdään I/O:n tunnus, nimi ja toiminto. Nykyisessä logiikassa kaikki lähdöt ovat relelähtöjä ja tulot digitaalisia tuloja.

3.5 Sähködokumentaatio

Nykyisten puhdistuslogiikkayksikköjen sähködokumentaatio löytyy mm. terässulaton sähkökorjaamon arkiston mapeista ja AOD1-suodatinlaitoksen sähkötilan mapeista. Myös jokainen siihen liittyvä sähköpiirustus löytyy erillisenä Outokummun piirustustietokannasta (WebDoha), josta sitä voi hakea joko piirustusnumerolla tai nimellä. Sähködokumentaatio on ajan tasalla lukuun ottamatta pieniä lisäyksiä. Sitä ei ole kuitenkaan tarpeen päivittää, koska modernisoitavasta automaatiosta tehdään uusi sähködokumentaatio. Tulevan logiikkayksikön suunnittelussa voidaan käyttää pohjana

mm. toisen alueella olevan suodatinlaitoksen sähkökuvia. Laite- ja kaapelipositiot säilytetään ennallaan. Nykyisen automaation sähködokumentaatiosta löytyy seuraavat dokumentit:

- Melsec ohjelmointipaneelin manuaali F1/F2
- Eeprom-1 muistikasetin käyttöohje
- Lay-out, Osaluettelot, Piirikaaviot
- Savukaasulaitos I/O listaus
- Käytetyt muuttujat
- Käskylistaus
- Tikapuukaavio.

4 SÄHKÖSUUNNITTELU JA HANKINNAT

Selvitystöiden jälkeen voitiin aloittaa uuden laitteiston sähkösuunnittelut ja hankinnat. Tarkoituksena on ollut alusta asti, että uudet logiikat ja niihin liittyvät komponentit asennetaan kokonaan uuteen kaappiin. Nykyiset logiikkakotelot ovat sen verran pieniä, että uuden järjestelmän istuttaminen vanhan tilalle on mahdotonta. Uudet logiikkayksiköt tulevat tarvitsemaan uuden Profibus-yhteyden automaatiojärjestelmään, joten uuden väylän suunnittelu sisältyy myös työhön.

Sähkösuunnitteluun sisältyi alun perin paine-erokytkimien ja paineakytkimien korvaaminen uusilla ja sopivilla laitteilla. Niiden hankkimisen suorittaa kuitenkin Outokummun oma henkilökunta. Kyseiset laitteet tullaan korvaamaan painelähettimillä ja ne tulevat olemaan samaa tyyppiä kuin muualla terässulatolla. Uudet kyseiset laitteet hankitaan valmiiksi ja niiden asennukset tehdään vuosihuoltoseisokissa samanaikaisesti logiikkayksiköiden vaihtotyön aikana.

Suodatinlaitoksen puhdistuslaitteiston sähködokumentointi tehdään kokonaan uusiksi ja sen pohjana käytetään alueella olevien muiden suodatinlaitoksien puhdistuslaitteistojen sähködokumentointia (HK6). Uuden sähködokumentaation osalta opinnäytetyöhön sisältyy uusien logiikkakaappien layout kuvien piirto ulko- ja sisäpuolelta, laiteluettelot, kaappien jännitteenjako piirikaaviot, kaappien sisäisten johdotuksien piirto, kenttäkoteloiden kaapelointi ja sisäiset johdotukset sekä puhdistusventtiilien johdotus.

4.1 Uuden logiikan valinta

Valinnasta päätettiin pitää pieni palaveri, johon kutsuttiin alueella työskenteleviä työntekijöitä ja toimihenkilöitä. Uuden logiikan valinnassa käytiin keskustelua kahden logiikkavalmistajan välillä, jotka olivat Siemens S7 ja Alstom Effic Fabric Filter Control. Uuden logiikan valinnassa otettiin erityisesti huomioon muiden alueella työskentelevien asentajien ja työnjohtajien mielipiteet.

Alstomin valmistama Effic logiikka toteutettaisiin samalla diodimatriisiperiaatteella kuin nykyinen puhdistuslogiikka, mutta siinä olisi nykyaikaisemmat komponentit ja liittynät. Alstomin logiikkaa on käytetty myös uudemmissa alueen suodatinlaitoksissa,

kuten valokaariuuni 1, valokaariuuni 2 ja AOD2-suodatinlaitoksen puhdistuksessa. Se on tarkoitettu pääasiassa suodatinlaitoksien puhdistuksen ohjaukseen, jossa ohjataan satoja venttiileitä vähäisellä lähtö- ja kaapelimäärällä. Siihen löytyy varaosia ja siihen saataisiin myös tuotetuki. Alstomin logiikka toimitettaisiin luultavasti valmiiksi kasattuna kaappeihin, joten tämä säästäisi aikaa, mutta kustannukset nousisivat.

Toinen vaihtoehto oli Siemens S7, joka on tietysti tutumpi vaihtoehto terässulaton alueella työskenteleville sähkö- automaatioasentajille. Siemensin logiikoita on terässulaton käytössä runsaasti ja niiden ohjelmoimiseen tarkoitettu STEP7-ohjelmisto on tuttu useimmille terässulaton sähkökunnossapidossa työskenteleville asentajille, jotka tulevaisuudessa tulevat huolehtimaan laitteistosta. Siemens S7 varaosat ja suurin osa siihen liittyvistä komponenteista löytyy hyllytavarana Outokummun keskusvarastolta. Tämä nopeuttaa ja helpottaa uusien logiikkakaappien varaosien saantia. Puhdistusventtiililähdöt jouduttaisiin Siemensissä tekemään suorina lähtöinä puolijohdereleiden kautta, jolloin tilan tarve kasvaa sekä kaapeleiden ja lähtöjen määrä kasvaa. Toisaalta tämä mahdollistaa yksittäisen puhdistusventtiilin ohjauksen vikaa haettaessa. Logiikalle voitaisiin asentaa Siemensin ohjauspaneeli paikallisohjauksia varten. Siemensin logiikka on myös huomattavasti halvempi vaihtoehto kuin Alstomin logiikka.

Palaverissa päädyttiin Siemens S7 -logiikkaan. Valintaan vaikuttavia tekijöitä olivat mm. tuttu ohjelmisto henkilökunnalle, lyhyempi toimitusaika, halvempi vaihtoehto, käytettävyys on parempi ja mahdollistaa Profibus-väyläliittymän järjestelmään.

4.2 Logiikkakaapin suunnittelu

Ennen suunnittelun aloittamista perehdyttiin hieman Siemens S7 logiikan tuotevalikoimaan, jonka kautta saatiin selville minkä tyyppisiä laitteita ja mitä ominaisuuksia logiikkaan sisältyvillä laitteilla oli. Tämän jälkeen voitiin tehdä sopivat korttivalinnat logiikalle.

Tässä vaiheessa selvitettiin myös jokainen muu komponentti riviliittimistä jännitelähteisiin mitä kaappi tulee sisältämään sekä niiden määrät. Komponenttien valinnassa otettiin huomioon vara-osa saatavuus, joten komponenttien tyypit tuli olla

kutakuinkin vastaavia mitä muualla terässulatolla oli käytetty. Kaikki puhdistuslogiikkaan liittyvät komponentit asennettiin samaan kaappiin, jotta yhtenäisyys pysyi ja kaapelimäärät pysyivät mahdollisimman vähäisinä. Puolijohdereleet veivät aika paljon tilaa, joten suunnittelussa otettiin tarkasti huomioon asennuslevyn ja komponenttien mitat.

4.2.1 Syöttö 230 VAC

Vanhan logiikan syöttö on kaapeloitu AOD1-suodatinlaitoksen sähkötilasta kaapelihyllyjä pitkin suodatinlaitoksen yläkertaan. Syöttö on kaapeloitu MCCMK 3x2,5+2,5 -kaapelilla ja sitä voidaan käyttää myös uuden logiikkakaapin sähkön syötössä. Kaappiin asennetaan ABB:n OT25F3-pääkytkin, jonka kautta syötön vaihe ja nolla tuodaan kaappiin.

Kaappiin asennetaan oikean kokoiset ABB:n johdonsuojakatkaisijat, jotka toimivat suojana verkkojännitteelle. Johdonsuojakatkaisijoiden valinnassa täytyy ottaa huomioon selektiivisyys. Selektiivisyydellä rajataan sähköverkon vikatilanteesta aiheutuvat häiriöt mahdollisimman pienelle alueelle eli sillä pyritään irrottamaan mahdollisimman pieni osa verkosta, jolloin kuitenkin muu osa verkosta on normaalissa käytössä.

Johdonsuojakatkaisijoilta jaetaan 230 VAC kummallekin QUINT-PS 10A -jännitelähteelle, kaapin lämmitykselle, valaistukselle ja pistorasialle. Pistorasialle asennetaan lisäksi vikavirtasuojakytkin. Syöttöä varten kaappiin täytyy asentaa myös N- ja PE-riviliittimet.

4.2.2 Varmennettu apujännite 24 VDC

Jännitelähde muuttaa verkkojännitteen (230 VAC) 24 VDC-käyttöjännitteeksi S7-300 syöttöä sekä kuormavirtasyötön kuormavirtapiirejä varten. Logiikan CPU, tulo- ja lähtökortit, ohjauspaneeli, Profibus-laitteet sekä puhdistusventtiilit tarvitsevat 24 V:n jännitteen toimiakseen. Tämän takia apujännite kaapin komponenteille tuotetaan kahden Phoenix Contact QUINT-PS/1AC/24VDC/10/CO-jännitelähteen ja QUINT-DIODE/40-diodimoduulin avulla (kuva 15). Tarkoituksena on varmistaa 24 V syöttö, jos toinen jännitelähteistä sammuu tai menee rikki, niin toinen kuitenkin pystyy syöttämään

laitteita. Logiikan korteille apujännite tuodaan 2 A riviliitinsulakkeiden kautta. Muille laitteille jännite tuodaan hälytyskoskettimilla varustettujen C4-johdonsuojakatkaisijoiden kautta.

Jännitelähteet sisältävät hälytyskoskettimet, joista tieto viedään logiikan tulokortille. Jännitelähteet on varustettu nykyaikaisella SFB-tekniikalla. Sen ansiosta saavutetaan 6-kertainen nimellisvirta 12 ms:n ajan. Tekniikka mahdollistaa myös vakiotyyppisten johdonsuojakytkimien luotettavan ja nopean laukaisemisen. Tämän avulla vain vialliset virtapiirit katkaistaan, vika rajataan ja tärkeät laitteiston osat pysyvät toiminnassa. (Phoenix Contact www-sivut 2013, hakupäivä 21.03.2013)



Kuva 15. Jännitelähteet ja diodimoduuli

4.2.3 Ohjelmoitava logiikka

Logiikkaohjaimeksi valittiin Siemens Simatic S7-300, joka on koeteltu lukuisissa teollisuuden ja erilaisten laitteiden ohjaussovelluksissa ja se on suunniteltu erityisesti kappaletavara-automaation kohteisiin. S7-300 logiikassa on monipuolinen I/O-

valikoima ja ne voidaan kytkeä erilaisiin kommunikointiväyliin. Niitä on mahdollista käyttää sekä keskitettyjen, että hajautettujen järjestelmien automaatiolaitteina. (Siemensin www-sivut 2013, hakupäivä 6.3.2013)

Ohjainyksiköksi (CPU) valittiin Siemens Simatic CPU-315-2DP, joka pitää sisällään MPI ja Profibus-väyläliittynnän. CPU:n tehtävä on suorittaa käyttäjäohjelmaa ja syöttää S7-300 pohjaväylää sekä kommunikoida MPI- ja Profibus-liittynnällä muiden liittyvien kanssa. Logiikka tarvitsee myös muistikortin, jonka kapasiteetti riippuu ohjelman suuruudesta. Ohjainyksikön tarkempi tyyppi on 6ES7315-2AH14-0AB0.

4.2.4 Tulo- ja lähtökortit

Tulokortiksi valittiin 16-kanavainen 24 VDC digitaalitulokortti, jonka tuloihin liitetään kaikki tarvittavat tilatiedot, painekeytkin ja hälytyskoskettimien tieto. Tulokorttiin jää myös muutama tulo varalle, joten niitä voidaan tulevaisuudessa käyttää tarpeen tullen. Digitaalituloyksikkö on tyypiltään 6ES7321-1BH02-0AA0.

Lähtökorteiksi valittiin 4 kpl 32-kanavaista 24VDC digitaallilähtökorttia, joiden lähtöihin liitetään puhdistusventtiilien puolijohderele. Myös digitaallilähtöjä jää viimeisestä kortista varalle, joten niitä voidaan käyttää tulevaisuudessa. Lähtökortit ovat tyypiltään 6ES7322-1BL00-0AA0.

Lisäksi kaappiin valittiin yksi 24 VDC analogiatuloyksikkö paine- ja paine-erolähetintä varten. Lähettimet voidaan halutessa viedä suoraan järjestelmään, mutta analogiatulokortti mahdollistaa myös liittynnän logiikkaan. Analogiatulokortti on tyypiltään 331-7KF02-0AB0 ja 8x12 bittia.

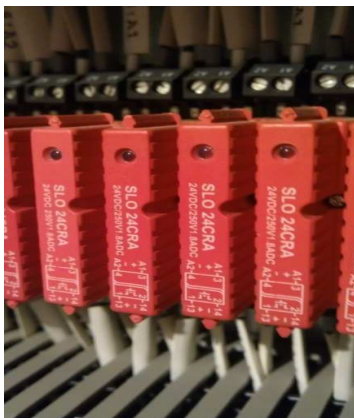
Kaikki logiikan komponentit asennetaan samaan profiilikiskoon kaapin ylälaitaan vaakatasoon ja kaapelointi toteutetaan alakautta. Kaikki Siemens S7-300 sarjan I/O moduulit ovat fyysiseltä kooltaan samankokoisia. Kuvassa 16 näkyy S7-300 sarjan 16-kanavaisen DI kortin ulkomuoto.



Kuva 16. Siemens S7-300 sarjan 16-kanavainen DI-kortti (PLCHardware [www-sivut](http://www.plchardware.com) 2013, hakupäivä 29.3.2013)

4.2.5 Puolijohdereleet

Kaappiin asennetaan jokaiselle puhdistusventtiilille (104 kpl) Delcon SLO 24CRA4-puolijohderele (kuva 17). Jokainen rele tarvitsee lisäksi Delcon MOS1N-relekannan, jotka tarvitaan releiden asennusta varten. Jännitelähteeltä (QUINT-PS 10A) tuodaan 24 VDC-jännite C4-johdonsuojakatkaisijoiden kautta puhdistusventtiilien puolijohdereleiden napoihin 13 ja 14. Tarkoituksena on syöttää koko ajan 24 V releen tulo napaan ja kun logiikan kortti antaa puhdistus signaalin releen napoihin A1 ja A2, se päästää 24 V:n jännitteen venttiilille puhdistuspulssin ajaksi. Venttiililähdöille asennetaan 2-kerros riviliittimet kaapin alareunaan.



Kuva 17. Delcon 24CRA-puolijohdereleet

4.2.6 Ohjauspaneeli

Uuden kaapin kanteen on tarkoitus asentaa Siemens Simatic MP277 10,4” kosketusnäytöllä varustettu paneeli pc (kuva 18) helpottamaan paikallisohtausta esimerkiksi vianhaussa. Paneelin tarkempi tyyppi on 6AV6643-0CD01-1AX1. Ohjauspaneeliin ohjelmoidaan myös nykyisen logiikan ohjauspainikkeet S2, S3, S4. Ohjaus ja visualisointi voidaan toteuttaa samassa koneessa käyttäen Simatic WinCC Runtime- ja WinAC RTX ohjelmistoja.

Paneelin ohjelmointi ei sisällynyt opinnäytetyöhön, vaan sen suorittaa terässulatton sähkö-automaatioasentaja ja sen ohjelmoimisessa otetaan huomioon alueella työskentelevien muiden asentajien tarpeet. Ohjauspaneelin liityntämahdollisuudet ovat kaksi USB-porttia, LAN-portti, SD-multimediakorttipaikka, DP/MPI/PPI ja RS422/485. Paneeli liitetään tässä tapauksessa logiikkaan Profibus-liitynnällä. Ohjauspaneelin Profibus-kaapelina käytetään Siemens 6XV1 830-3B10 taipuisaa kaapelia.



Kuva 18. Siemens Simatic MP277-ohjauspaneeli

4.2.7 Sähkökaappi

Uudeksi sähkökaapiksi valittiin Rittalin valmistama SE5840.500-yksittäiskaappi. Kaapin mitat ovat L1000, K1800, S400. Kaappia valittaessa täytyi ottaa huomioon myös kaapin IP-luokitus, koska kaappi tulee pölyiseen paikkaan. Kyseinen kaappi on

suojausluokaltaan IP 55, eli pölysuojattu. Tässä tapauksessa se riittää suojausluokaksi. Kaapille valittiin jalustaksi Rittal 8602.000, jonka korkeus on 200mm sekä sivut jalustalle 8602.040, jotta sokkeli saadaan kasattua. Kaapin oveen ohjauspaneelille asennetaan Rittalin kaasujousella varustettu laiteikkuna 2733.000 (497x497x34), joka toimii pölynsuojana näytölle. Lisäksi kaapin päälle asennetaan 100mm pitkä RAL7035-värisä oleva lipa kaapin pölysuojaksi.

4.2.8 Kaapin lämmitys ja valaistus

Kaapin lämmitykseen ja valaistukseen valittiin tuotteet kyseisen kaapin valmistajalta Rittalilta. Suodatinlaitoksen 3 kerroksessa ei ole erikseen lämmitystä, joten kaappiin asennetaan lämmitin ja termostaatti pitämään kaapin lämpötilan sopivana. Lämmittimeksi valitsin SK3105.190, jonka teho on 400W ja termostaatiksi SK3110.000. Lämmitin asennetaan kaapin alaosaan, jotta lämpö jakautuu ympäri kaappia. Termostaatteja löytyi terässulaton sähkökorjaamolta, joten ne voidaan jättää tilauksesta pois.

Suodatinlaitoksen yläkerran valaistus on heikko, joten kummallekin kaapille asennetaan omat valaisimet kaapin sisään. Uusia Rittalin valmistamia liiketunnistimella varustettuja valaisimia löytyi terässulaton sähkökorjaamolta, jotka olivat jääneet yli aiemmista projekteista. Kyseisiä valaisimia voidaan käyttää hyväksi kaappien valaistuksessa, joten niitä ei tarvitse erikseen tilata.

4.2.9 Layout-kuva ja laiteluettelo

Kaapeista tehtiin laiteluettelot ja layout-kuvat. Laiteluettelot pitävät sisällään kaikkien kaappiin sisältyvien laitteiden tyypit ja määrät. Layout-kuvissa näkyy kaapin mitat sekä sen sisällä ja ovesa olevien komponenttien sijoitus. Layout-kuvia piirrettäessä täytyi ottaa huomioon johtokourujen ja eri komponenttien mitat, jotta ne saadaan mahtumaan uuden kaapin asennuslevylle. Kummankin kaapin layoutkuvat ja laiteluettelot on esitetty opinnäytetyön liitteissä 4 ja 5.

4.3 Sähkökaapin hankinta

Alun perin tarkoituksena oli kasata uudet logiikkakaapit asentajavoimin terässulaton sähkökorjaamolla. Tiukan aikataulun vuoksi päädyttiin kuitenkin tilamaan logiikkakaapit valmiiksi kasattuna ja johdotettuna. Tarjousta lähdettiin kyselemään eri yrityksiltä layoutkuvien ja laiteluetteloiden perusteella. Näin saatiin selville logiikkakaappien karkea hinta kustannusarviota varten.

Yksi yritys, jolta tarjousta kyseltiin oli Insta Automation. Kyseisen toimittajan tarjous erottui muiden joukosta joustavilla toimitusehdoilla ja suhteellisen edullisella hinnalla. Uudet logiikkakaapit testataan toimittajalla johdotuksien osalta täydellisesti ennen sen toimittamista. Halutessaan tilaajalle varataan myös mahdollisuus suorittaa omat testaukset Insta Automationin tiloissa ennen toimituksen hyväksymistä. Testauspöytäkirjat toimitetaan tilauksen mukana.

Puhdistuslogiikkojen kustannusarviota määriteltäessä tulee ottaa huomioon mm. logiikkakaappien hinnat valmiiksi kasattuna, uusien kaapeleiden hinnat, Profibus-väylän hinta suodatinlaitoksen sähkötilasta suodatinlaitoksen yläkertaan sekä asennus –ja ohjelmointitunnit. Uusien kaappien tilaus tullaan tekemään heti kun investointipäätös projektille on saatu. Investointipäätöksen odottelu aika käytettiin uusien kaappien sisäisten johdotuksien piirtämiseen, Profibus-väylän suunnitteluun sekä varsinaisen opinnäytetyön tekemiseen. Ennen hankintaa projektista tehdään työmääräin Outokummun omalle Kuti ohjelmalle, johon suoritetaan kaikki projektiin liittyvät hankinnat ja asennustunnit.

4.4 Kenttäkotelot

Nykyisiä kytkinkoteloita 60X71.1 – 60X71.8 voidaan käyttää uudessa logiikassa puhdistusventtiilien kaapeleiden jakokotelona. Kytinkoteloiden liittymäkortin tilalle asennetaan riviliittimet aina yhden kammion 13 puhdistusventtiilille. Riviliitinkiskot jokaiselle kytkinkotelolle voidaan tehdä valmiiksi sähkökorjaamolla jo hyvissä ajoin ennen vaihtotyötä. Tarkoituksena on tuoda logiikkakaapilta jokaisen kammion kytkinkotelolle yksi Ölflex Classic 110 18x1,5 -kaapeli, jonka kautta 24 V venttiileille syötetään. Jokaisen kotelon kylkeen on asennettu huoltokytkin kammiossa tehtäviä

huoltotöitä varten. Huoltokytkimien asentotiedon kaapelointi järjestelmään säilyy ennallaan.

4.5 Kaapelointi

Kaapeloinnissa voidaan käyttää aika pitkälti vanhoja kaapeleita, koska ne ovat vielä hyvässä kunnossa ja niiden käyttötarkoitus säilyy ennallaan. Uusille painelähettimille ja paine-erolähettimille tullaan asentamaan uudet kaapelit. Lisäksi logiikkakaapilta kaapeloidaan jokaisen kammion kenttäkotelolle yksi Ölflex Classic 110 18x1,5 -kaapeli. Kenttäkoteloilta puhdistusventtiileille lähtevät kaapelit säilyy ennallaan. Kaapin syöttökaapeli ja järjestelmään lähtevät kaapelit joudutaan kuitenkin todennäköisesti jatkamaan ennen kuin ne liitetään uuteen kaappiin, koska uusi kaappi on huomattavasti suurempi. Kaapeleiden jatkamisessa voidaan käyttää apuna silumiinijakorasioita. Kaapelimerkinnöissä käytetään vanhojen kaapeleiden positioita.

4.6 Dokumentointi

Puhdistuslogiikkojen sähködokumentointi on tällä hetkellä omassa mapissa 2484 ja se on osa savukaasunkäsittelyä. Vanhaa dokumentointia ei voida käyttää hyväksi, joten uudelle puhdistuslogiikalle tehdään uusi dokumentointi. Opinnäytetyöhön kuuluu vain osa sähködokumentoinnista. Sähködokumentoinnin piirtämiseen käytettiin Kymdatan Cads Planner 16 –suunnitteluohjelmistoa. Piirustus pohjana käytetään HK6 suodatinlaitoksen sähködokumentoinnista otettua piirustus pohjaa, jonka sisältö poistettiin kokonaan (Liite 6). Vuosihuoltoseisokin 2013 tai 2014 jälkeen, kun uudet logiikat on käyttöön otettu, korjataan ja lisätään mahdollisesti käyttöön otossa havaitut puutteet piirustuksista. Piirustukset toimitetaan Outokummun sähköpiirtäjälle DWG-formaatissa ja sähköpiirtäjä lisää piirustuksiin tehtaan omat piirustusnumerot.

Logiikkakaappien 60X71 ja 60X61 jännitteenjako piirikaaviot ja korttien johdotukset on esitetty opinnäytetyön liitteissä 7 ja 8. Kummankin suodatinlaitteiston kenttäkoteloiden layoutkuvat, laiteluettelot ja piirikaaviot on esitetty opinnäytetyön liitteissä 9 ja 10.

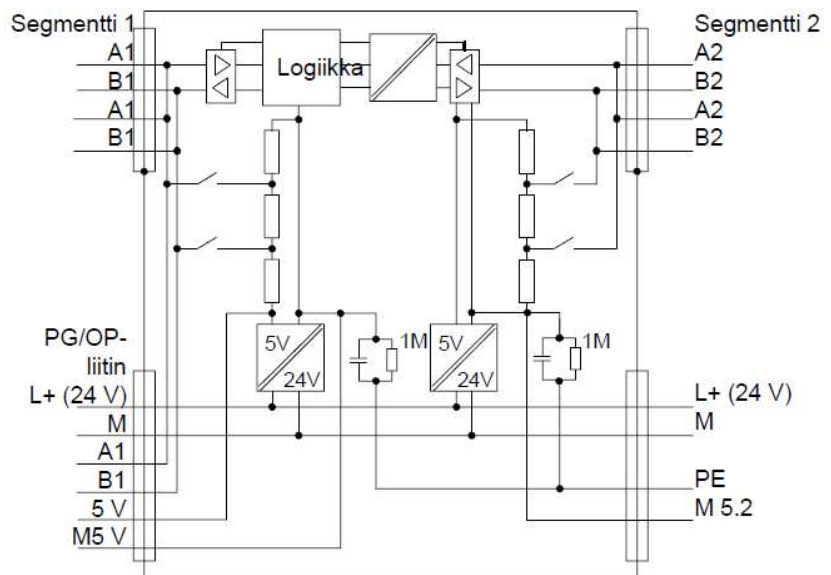
5 PROFIBUS-VÄYLÄN SUUNNITTELU

Tulevaisuuden kannalta tärkeässä roolissa uudessa logiikassa tulee olemaan Profibus-väylä. Mahdollisesti kun tulevaisuudessa tehdään lisäyksiä toimintaan, ne voidaan toteuttaa Profibus-väylän kautta. Väylä tarvitsee kuitenkin yhteyden AOD1-suodatinlaitoksen sähkötilan ja suodatinlaitoksen 3 kerroksen välille, jotta liityntä ABB:n järjestelmään on mahdollista.

Tarkoituksena on liittää uusi kenttäväyläsegmentti olemassa olevaan ABB:n järjestelmän väylään. Uusi kenttäväyläsegmentti pitää sisällään kaksi asemaa (logiikkayksiköt S61 ja S71). Uuden segmentin liittäminen väylään mahdollistuu RS 485-repeaterin avulla. Lisäksi väylään tarvitaan DP/DP-coupler ja Profibus-terminator, jotta väylästä tulee toimiva. Profibus-väylään liittyvä ohjelmointi ei kuulu opinnäytetyön sisältöön vaan sen suorittaa Outokummun oma henkilökunta.

5.1 RS 485-toistin

RS 485-toistimen (repeater) tarkoituksena on vahvistaa väyläkaapeleiden datasignaaleja ja yhdistää väyläsegmenttejä. Toistin tarvitaan silloin, kun väylään on liitetty enemmän kuin 32 asemaa. Segmentin maksimi kaapelipituus määräytyy siirtonopeuden mukaan 9,6 kbit – 12 Mbit välillä. Tässä tapauksessa uuden väyläsegmentin yhdistäminen väylään tapahtuu Siemensin 6ES7972-0AA01-0XA0 RS 485-toistimen avulla. AOD1-suodatinlaitoksen sähkötilan IT1-KK302 automaatiokaappiin asennetaan uusi toistin IT1-KK302.A01 toistimen (kuva 19) rinnalle. Uuden toistimen positioksi tulee IT1-KK302.A02. (Siemens Simatic referenssikäsikirja 2003, hakupäivä 9.4.2013)



Kuva 19. Siemens RS 485-toistin ja periaatekuva (Siemens Simatic referenssikäsikirja 2003, hakupäivä 9.4.2013)

5.2 DP/DP-coupler

Uusi väylä tarvitsee lisäksi DP/DP-liittimen (kuva 20) uusille logiikkakaapeille, jotta kommunikointi toisen väylän kanssa on mahdollista. DP/DP-liitintä käytetään yhdistämään kaksi Profibus-DP verkkoa yhteen, joka mahdollistaa tiedonsiirron molempien verkkojen mastereiden välillä. Tässä tapauksessa Siemensin väylä yhdistetään ABB:n väylään. DP/DP-liitin asennetaan omaan DIN-kiskoon kaapin sisälle vähintään metrin päähän muista väylälaitteista, koska Profibus-kaapelin pituus muiden väylälaitteiden välillä täytyy olla vähintään 1 metri. Couplerin valmistaja on Siemens ja sen tarkempi tyyppi on 6ES7 158-0AD01-0XA0. (Siemens Simatic DP/DP-coupler manuaali 2006, hakupäivä 5.4.2013; Kenttä 25.3.2013, haastattelu)



Kuva 20. Siemens DP/DP-coupler (Siemens Industry www-sivut 2013, hakupäivä 6.3.2013)

5.3 Profibus terminator

Profibus-terminator (kuva 21) on aktiivinen päätevastus, joka asennetaan jokaisen Profibus rivin viimeiselle asemalle. Se on aktiivinen elementti Profibus-väylän ns. irtisanomiseen. Päätevastus asennetaan viimeisen aseman (S61) kaapin alareunaan TE-kiskon viereen, jotta Profibus-kaapelin mitaksi laitteiden välillä muodostuu yli metri. Päätevastus on tyypiltään Siemens 6ES7972-0DA00-0AA0. (Kenttä 25.3.2013, haastattelu)



Kuva 21. Profibus-terminator (SPS-PLC www-sivut 2013, hakupäivä 28.3.2013)

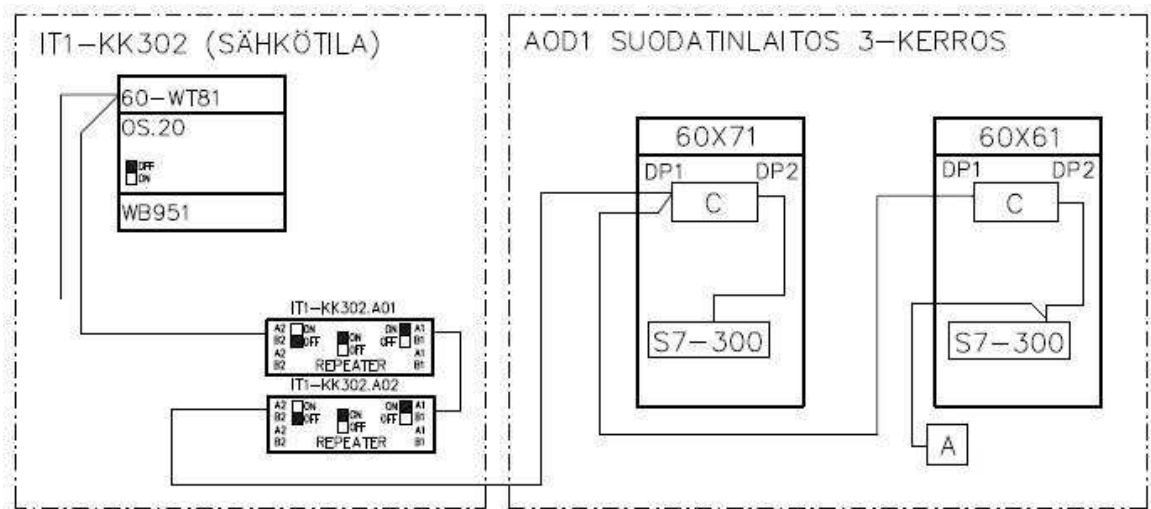
5.4 Kaapelointi

Sähkötilan ja suodatinlaitoksen välille vedetään uusi Profibus-kaapeli. Kaapelointi tehdään valmiiksi rakennettuja kaapelihyllyjä pitkin henkilönostinta apuna käyttäen (kuva 22). Välimatka suodatinlaitoksen sähkötilan ja suodatinlaitoksen yläkerran välillä on noin 90 m. Kaapeloinnissa tulee ottaa huomioon Profibus-kaapelin asennusmääräykset. Kaapeli täytyy asentaa mahdollisimman erilleen muista häiriötä aiheuttavista kaapeleista, kuten voimaakaapeleista. AOD1-suodatinlaitoksen ja sähkötilan välillä kulkee useampia hyllyjä, joista ylimmällä hyllyllä on tarpeeksi paljon tilaa väyläkaapelille. Kaapelina käytetään Unitronic Bus L2/FIP FC Profibus-väyläkaapelia (Liite 11).



Kuva 22. Kaapelireitit sähkötilan ja suodatinlaitoksen välillä

Kuvassa 23 näkyy IT1-KK302 automaatiokaappiin toisen repeaterin rinnalle lisätty A02 RS-485 repeater ja siitä AOD1-suodatinlaitoksen 3-kerrokseen lähtevä väyläkaapeli sekä kaappien väliset ja sisäiset väyläjohtotukset. Väyläkaapelin liitoskohdissa käytetään ns. kaksikerroksisia liittimiä, jotta väylään voidaan kytkeä ohjelmointipääte milloin tahansa.



Kuva 23. Väylän kaapelointiperiaate

Opinnäytetyössä väylän suunnitteluun sisältyy nykyisen AOD1-suodatinlaitoksen väyläkaavion (AC6, Väylä 1) päivitys. Kyseisen väyläkaavion piirustusnumero on 22240024-3, joka saatiin Outokummun sähköpiirtäjältä. Väyläkaavioon tehdään kaikki puhdistuslogiikkoihin liittyvät lisäykset, kuten repeater, uudet asemat S61 ja S71, niiden kaapelointi ja positiointi. Väyläkaavioon tehdyt lisäykset on esitetty opinnäytetyön liitteessä 12.

6 VAIHTOTYÖN SUUNNITTELUA

Vaihtotyön suunnittelussa käydään pääpiirteittäin läpi vaihtotyön ajankohta, resurssit ja itse vaihtotyön vaiheet. Uudet logiikkakaapit tilataan valmiiksi kasattuna terässulaton sähkökorjaamolle. Korjaamolla logiikkoihin asennetaan ohjelmat vanhojen käskylistojen ja tikapuukaavioiden pohjalta. I/O-testaus, ohjelmien testaus ja simulointi voidaan suorittaa myös sähkökorjaamolla ennen kuin kaapit vaihdetaan ja otetaan käyttöön. Lisäksi ABB:n järjestelmään tehtävät muutokset sekä Profibus-väylän ohjelmointi täytyy suunnitella etukäteen. Kyseisten toimenpiteiden jälkeen vaihtotyö voidaan toteuttaa. Käyttöönotto ja käyttöönottotarkastukset tehdään terässulaton linja-1 vuosihuoltoseisokin aikana. Käyttöönotto suunnitellaan erikseen sitten kun se on ajankohtaista.

6.1 Ajankohta

Vaihtotyö kestää useamman päivän, joten vaihtotyö on tehtävä pidemmän seisokin aikana ja se edellyttää koko 1-linjan seisokkia. Vaihtotyön ajankohdaksi päätettiin valita terässulaton 1-linjan vuosihuoltoseisokki kesällä 2013. Aikataulu tulee olemaan tiukka, koska ohjelmointi ja testaukset voidaan aloittaa vasta kun uudet yksiköt ovat saapuneet. Jos aikataulu osoittautuu liian tiukaksi, niin vaihtotyö siirretään seuraavan vuoden vuosihuoltoseisokkiin kesälle 2014. Vaihtotyön kestossa täytyy ottaa huomioon myös laitteistojen käyttöönotto sekä järjestelmämuutokset, jotka vievät oman aikansa.

6.2 Toteutus

Ennen varsinaisten logiikkayksikköjen vaihtoa voidaan tehdä alustavia töitä, kuten Profibus-väyläkaapeleiden hankinta ja asennukset sähkötilan ja suodatinlaitoksen sekä kummankin suodatinlaitteiston välille. Kenttäkoteloiden riviliitinkiskot voidaan tehdä valmiiksi molemmille suodatinlaitteistoille. Lisäksi logiikkakaapeilta kenttäkoteloille menevät Ölflex Classic 110 18x1,5 -kaapelit voidaan hankkia valmiiksi korjaamolle vaihtotyötä varten. Niiden kaapelointi suoritetaan kuitenkin vaihtotyöaikana, vanhojen kaapeleiden purkamisen jälkeen.

Logiikkakaappien siirto sähkökorjaamolta AOD1-suodatinlaitoksen 3-kerrokseen tapahtuu trukin ja nosturin avulla. Sähkökorjaamolta logiikkakaapit siirretään trukilla suodatinlaitoksen molempien suodatinlaitteistojen vierelle ulkopuolelle. Tämän jälkeen kaapit nostetaan kurottajan tai nosturin avulla 3-kerroksen parvekkeelle (Kuva 24), josta ne siirretään henkilövoimin sisälle kerrokseen. Kaappien siirto voidaan toteuttaa myös alustavana työnä ennen seisokkia.



Kuva 24. AOD1-suodatinlaitoksen S61 3-kerroksen sivuovi ja taso

Ennen vanhojen logiikkayksiköiden purkamista, täytyy suodatinlaitos kytkeä pois käytöstä oikeiden toimenpiteiden mukaisesti sekä tarvittavat paineilmasyötöt suodatinlaitokselle täytyy olla suljettuna. Kun kaikki tarvittavat toimenpiteet on tehty niin vaihtotyö voidaan aloittaa. Seisokin alussa vanhojen logiikkayksikköjen sähkönsyöttö katkaistaan sähkötilan keskukselta VA2631. Tämän jälkeen voidaan irrottaa kaikki logiikkaan liitetyt kaapelit.

Vanhojen logiikkayksikköjen metalliset jalustat puretaan pois, koska uusissa yksiköissä on valmiina omat jalustat. Uudet logiikkakaapit asennetaan vanhojen tilalle ja vanhat kaapelit (lukuun ottamatta kenttäkoteloille, paineakytkimelle ja paine-erokytkimelle lähteviä kaapeleita) jatketaan sopivan mittaisiksi uusille kaapeille. Uusien kaapeleiden kaapelointi ja kytkentä tehdään piirrettyjen kuvien mukaisesti.

6.3 Asennus- ja ohjelmointiresurssit

Uusien logiikkayksiköiden asennusta ja ohjelmointia varten täytyy hankkia resursseja terässulaton sähkökunnossapidosta. Todennäköistä on, että ohjelmointiresursseja joudutaan hankkimaan myös ulkopuoliselta yritykseltä, jonka päättää Outokummun henkilökunta tarpeen mukaan. Ohjelmointiresursseja tarvitaan lähinnä ohjelmointivaiheessa ennen vaihtotyötä, mutta myös vaihtotyön aikana.

Asentajaresursseja tarvitaan koko vaihtotyön ajan niin logiikkakaappien asennuksissa kuin käyttöönotossakin. Tämän takia vaihtotyötä varten täytyy varata useampi sähköasentaja terässulaton sähkökunnossapidosta. Työssä käytetyt asentajat leimaavat työtunnit projektille tarkoitetulle työmääräimelle.

7 POHDINTA

Suodatinlaitoksen puhdistuslogiikkojen modernisointi oli tarpeeksi haastava, opettava ja mielenkiintoinen työ. Opinnäytetyön eri vaiheet olivat monipuolisia ja työn tekemiseen kului aikaa noin kolme kuukautta. Tehtäviin kuului selvitystyön lisäksi sähkö- ja automaatio suunnittelua sekä materiaalien hankintaa tarjouskyselyjen osalta. Opinnäytetyö vahvisti huomattavasti tietotaitoa sähköautomaatiosta, joka itselle oli jäänyt entuudestaan vähäiseksi suuntautuessani aikoinaan sähkövoimatekniikkaan. Tästä johtuen myös selvitystyöt veivät enemmän aikaa, koska vastaan tuli jatkuvasti uusia asioita, joihin täytyi perehtyä. Lisäksi opinnäytetyön tekeminen lisäsi osaamistani liittyen sähkö- ja automaatio suunnitteluun sekä projektin hallintaan. Sähkösuunnitteluita helpotti huomattavasti aiemmin koulussa käyty CADS -suunnitteluohjelmiston kurssi, jolla myös opinnäytetyöhön liittyvät piirustukset on tehty.

Projektin tulokseksi syntyi uusi logiikkasuunnitelma vanhojen logiikkayksiköiden S61 ja S71 tilalle. Uusien piirrettyjen kuvien ja suunnitelmien perusteella voidaan hankkia uudet valmiiksi kasatut logiikkakaapit, jotka ohjelmoidaan ensin ja jonka jälkeen ne voidaan vaihtaa vanhojen yksiköiden tilalle vuosihuoltoseisokin aikana. Lisäksi tulokseksi syntyi alustava suunnitelma uudelle Profibus-väylälle ja logiikoiden vaihtotyölle. Toimeksiantaja voi mahdollisesti käyttää opinnäytetyötä hyväksi myös Ferrochromikonvertterin suodatinlaitoksen puhdistuslaitteiston modernisointiin, joka tulee ajankohtaiseksi lähiaikoina.

Uusien logiikkakaappien suunnittelu, tarjouskyselyt ja toimitukset veivät suuren osan ajasta, eivätkä uudet logiikkayksiköt ehtineet saapua opinnäytetyön tekemisen aikana. Uuden laitteiston ohjelmointi ja käyttöönotto olisi tuonut lisää haasteita sekä paljon opittavaa. Sitä ei kuitenkaan ollut mahdollista suorittaa opinnäytetyön aikana tiukan aikataulun vuoksi.

8 LÄHTEET

- Fonselius, Jaakko & Pekkola, Kari & Selosmaa, Seppo & Ström, Markku & Välimaa, Taisto 1996. Automaatiolaitteet. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Immonen, Ari, sähkö-automaatioasentaja, Insta Automation, haastattelu 21.2.2013.
- Kakko, Petri 2012, Hiontanesteiden suodatuslaitteiston automatisointi, Insinöörityö, Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Keinänen, Tomi & Kärkkäinen, Pentti & Lähetkangas, Markku & Sumujärvi, Matti 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Kenttä, Pekka, sähkö-automaatioasentaja, Outokumpu Tornio Works, haastattelu 04.03.2013.
- Leinonen, Jarkko 2012, Profibus-kenttälaitteiden asennussuunnitelma vesiprosessiin, Insinöörityö, Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Leppäkoski, Kimmo & Aaltonen, Harri, Oulun yliopisto 2008. Harjoitustyö nro. 10, Logiikkaohjattu annosteluprosessi. Hakupäivä 14.2.2013.
<<http://cc.oulu.fi/~posyswww/opiskelu/sytelabrat/tyo10.pdf>>
- Phoenix Contact Oy www-sivut. Hakupäivä 28.3.2013.
<http://www.phoenixcontact.fi/automaatiokomponentit/242_53986.htm>
- PLCHardware www-sivut 2013. Hakupäivä 29.3.2013.
<<http://plchardware.com.au/pics/6ES7321-1EL00-0AA0.jpg>>
- Santala, Riku 2005, Siemens S7 –ohjattu Profibus / ASI -harjoituslaitteisto, Tutkintotyö, Tampereen Ammattikorkeakoulu, Tampere.
- Siemens Industry Oy www-sivut 2013. Hakupäivä 6.3.2013.
<<http://www.siemens.fi/fi/industry.php>>
- Siemens Simatic, DP/DP coupler manuaali 2006. Hakupäivä 5.4.2013.
<http://cache.automation.siemens.com/dnl/DU/DUzNzE1MQAA_1179382_HB/dpdpk_e.pdf>
- Siemens Simatic, Automaatiojärjestelmät, S7-400, M7-400 yksikkötiedot, referenssikäsikirja 2003. Hakupäivä 9.4.2013.
<http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/s7_400/simatic-s7-m7-400-referenssi.pdf>
- Simulainen, Jukka, kehitysteknikko, Outokumpu Tornio Works, haastattelu 7.2.2013.
- Sivonen, Markku 2007. Teollisuuden instrumentointi, rakenne ja suunnittelu. Helsinki: AEL Oy.
- Sps-PLC www-sivut. Hakupäivä 3.4.2013.
<http://sps-plc.de/oscommerce/popup_image.php?PID=156>
- Suhonen, Lasse 2011, Savukaasukanavien kestoian parantaminen, Insinöörityö, Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Suomen Automaatioseura ry 2007, Automaatiosuunnittelun prosessimalli, Helsinki: Suomen Automaatioseura ry, verkkojulkaisu.

LIITTEET

- Liite 1 1. 60X71 kenttäkoteloiden huoltokytkimien asentotietojen johdotus järjestelmään.
2. 60X71 kenttäkoteloiden huoltokytkimien asentotietojen johdotus järjestelmään.
- Liite 2 1. 60X71 logiikkalta järjestelmään lähtevät kaapelit ja johdotukset osa 1.
2. 60X71 logiikkalta järjestelmään lähtevät kaapelit ja johdotukset osa 2.
- Liite 3 1. Logiikkayksikön 60X71 I/O-listaus osa 1.
2. Logiikkayksikön 60X71 I/O-listaus osa 2.
- Liite 4 1. Uuden logiikkakaapin 60X71 ohjaustaulu layout ja laiteluettelo
2. Uuden logiikkakaapin 60X71 keskus layout ja laiteluettelo
- Liite 5 1. Uuden logiikkakaapin 60X61 ohjaustaulu layout ja laiteluettelo
2. Uuden logiikkakaapin 60X61 keskus layout ja laiteluettelo
- Liite 6 1. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 1.
2. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 2.
3. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 3.
4. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 4.
5. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 5.
6. Uuden logiikkakaapin 60X71 jännitteenjako piirikaavio 6.
7. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 1.
8. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 2.
9. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 3.
10. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 4.
11. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 5.
12. Uuden logiikkakaapin 60X71 korttien johdotus 6.
- Liite 7 1. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 1.
2. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 2.

3. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 3.
4. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 4.
5. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 5.
6. Uuden logiikkakaapin 60X61 jännitteenjako piirikaavio 6.
7. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 1.
8. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 2.
9. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 3.
10. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 4.
11. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 5.
12. Uuden logiikkakaapin 60X61 korttien johdotus 6.

Liite 8

1. Kenttäkoteloiden layout ja laiteluettelo (60X71)
2. Kenttäkoteloiden 60X71.1 ja 60X71.2 piirikaavio
3. Kenttäkoteloiden 60X71.3 ja 60X71.4 piirikaavio
4. Kenttäkoteloiden 60X71.5 ja 60X71.6 piirikaavio
5. Kenttäkoteloiden 60X71.7 ja 60X71.8 piirikaavio

Liite 9

1. Kenttäkoteloiden layout ja laiteluettelo (60X61)
2. Kenttäkoteloiden 60X61.1 ja 60X61.2 piirikaavio
3. Kenttäkoteloiden 60X61.3 ja 60X61.4 piirikaavio
4. Kenttäkoteloiden 60X61.5 ja 60X61.6 piirikaavio
5. Kenttäkoteloiden 60X61.7 ja 60X61.8 piirikaavio

Liite 10

Unitronic BUS L2/FIP FC väyläkaapeli, tuotetiedot

Liite 11

Aod1 suodatinlaitos AC6 väyläkaavio, väylä 1, periaatekaavio

OSOITE		KAAPELI		60-JK72		KAAPELI		OSOITE		R e v
PAIKKA	LIITIN	NUMERO JA TYYPPI	JOHD.		KETJ.	JOHD.	NUMERO JA TYYPPI	KOHDE	LIITIN	
60-GVS71.2	1	60-8549	si	1		1va	60-8606	IT1-RK301	49	
kiinni	2	Klam 2x	pu	2		1or	Nomak 24x	X12	50	
60-GVS71.2	1	60-8550	si	3		2va			51	
auki	2	Klam 2x	pu	4		2or			52	
60-GVS72.2	1	60-8551	si	5		3va			53	
kiinni	2	Klam 2x	pu	6		3or			54	
60-GVS72.2	1	60-8552	si	7		4va			55	
auki	2	Klam 2x	pu	8		4or			56	
60-GVS73.2	1	60-8553	si	9		5va			57	
kiinni	2	Klam 2x	pu	10		5or			58	
60-GVS73.2	1	60-8554	si	11		6va			59	
auki	2	Klam 2x	pu	12		6or			60	
60-GVS74.2	1	60-8555	si	13		7va			61	
kiinni	2	Klam 2x	pu	14		7or			62	
60-GVS74.2	1	60-8556	si	15		8va			63	
auki	2	Klam 2x	pu	16		8or			64	
60-GVS75.2	1	60-8557	si	17		9va			65	
kiinni	2	Klam 2x	pu	18		9or			66	
60-GVS75.2	1	60-8558	si	19		10va			67	
auki	2	Klam 2x	pu	20		10or			68	
60-GVS76.2	1	60-8559	si	21		11va			69	
kiinni	2	Klam 2x	pu	22		11or			70	
60-GVS76.2	1	60-8560	si	23		12va			71	
auki	2	Klam 2x	pu	24		12or			72	
60-GVS77.2	1	60-8561	si	25		13va			73	
kiinni	2	Klam 2x	pu	26		13or			74	
60-GVS77.2	1	60-8562	si	27		14va			75	
auki	2	Klam 2x	pu	28		14or			76	
60-GVS78.2	1	60-8563	si	29		15va			77	
kiinni	2	Klam 2x	pu	30		15or			78	
60-GVS78.2	1	60-8564	si	31		16va			79	
auki	2	Klam 2x	pu	32		16or			80	
60-X71.1	202	60-8312	si	33		17va			81	
	203	Klam 2x	pu	34		17or			82	
60-X71.2	202	60-8316	si	35		18va			83	
	203	Klam 2x	pu	36		18or			84	
60-X71.3	202	60-8313	si	37		19va			85	
	203	Klam 2x	pu	38		19or			86	
60-X71.4	202	60-8317	si	39		20va			87	
	203	Klam 2x	pu	40		20or			88	
60-X71.5	202	60-8314	si	41		21va			89	
	203	Klam 2x	pu	42		21or			90	
60-X71.6	202	60-8318	si	43		22va			91	
	203	Klam 2x	pu	44		22or			92	
60-X71.7	202	60-8315	si	45		23va			93	
	203	Klam 2x	pu	46		23or			94	
60-X71.8	202	60-8319	si	47		24va			95	
	203	Klam 2x	pu	48		24or			96	
60-GVS71.1	ML +	kytk.lanka		49		1va	60-8607	IT1-RK301	97	
60-GVS72.1	ML +	kytk.lanka		50		1or	Nomak 24x	X12	98	
60-GVS73.1	ML +	kytk.lanka		51		2va			99	
60-GVS74.1	ML +	kytk.lanka		52		2or			100	
60-GVS75.1	ML +	kytk.lanka		53		3va			101	
60-GVS76.1	ML +	kytk.lanka		54		3or			102	
60-GVS77.1	ML +	kytk.lanka		55		4va			103	
60-GVS78.1	ML +	kytk.lanka		56		4or			104	

*Maailtokytkimien
asentotieto*

C.)

B.)28.10.2010 TWP/LRä

A.)19.2.2008 SOP/LRä

60-JK72
JOHDOTUS

M8351/03
2238569.xls

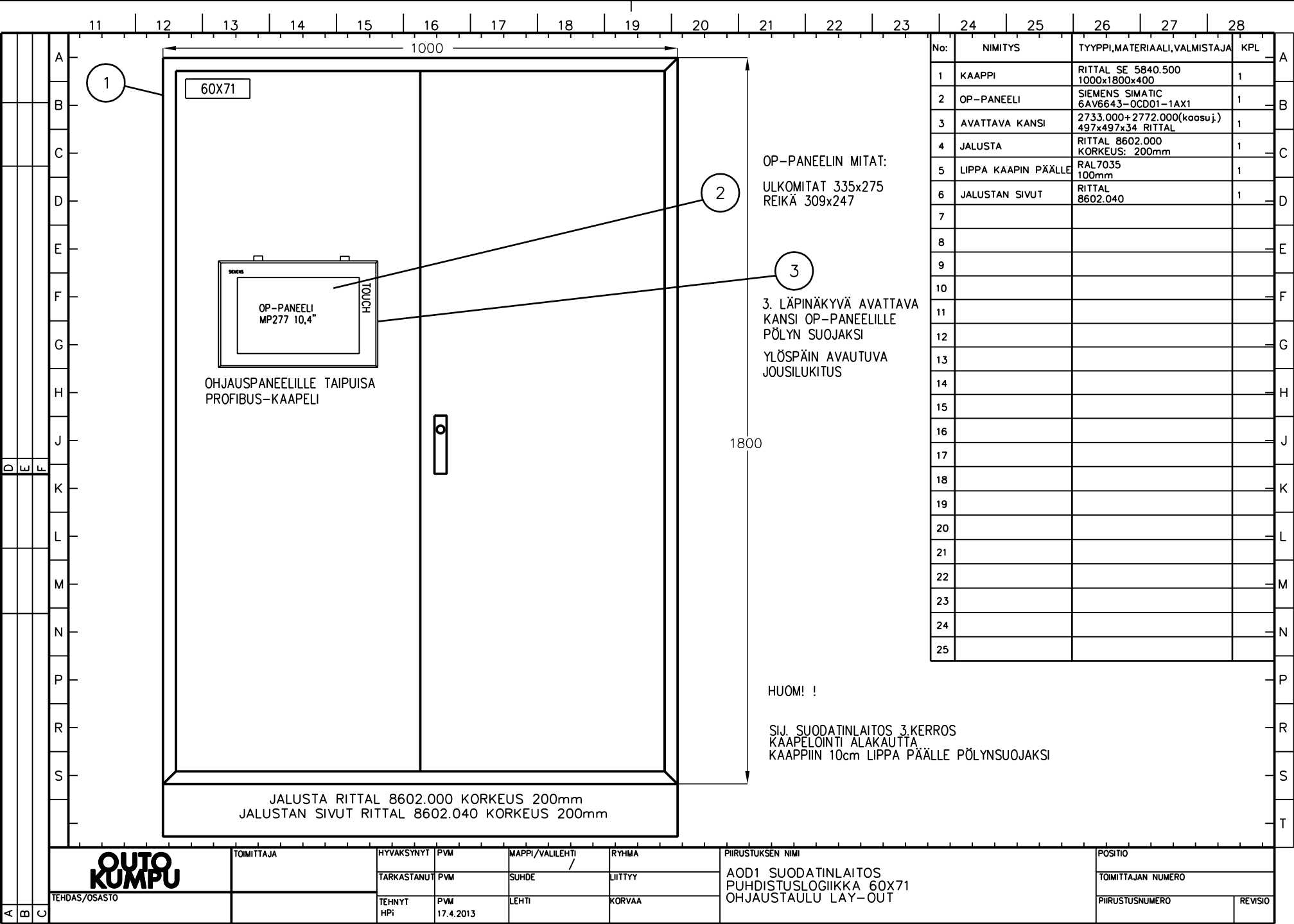
OSOITE		KAAPELI	IT1-RK301			KAAPELI		OSOITE		R e v
PAIKKA	LIITIN	NUMERO JA TYPPI	JOHD.	X12	KETJ.	JOHD.	NUMERO JA TYPPI	LIITIN	PAIKKA	
60-JK72	9	60-8606	5va	57		ru	MKJT 0,75	5	6.1.2.9.DI.X1	
	10	Nomak 24x	5or	58		ru	MKJT 0,75	5+	6.1.2.9.DI.X1	
	11		6va	59		ru	MKJT 0,75	6	6.1.2.9.DI.X1	
	12		6or	60		ru	MKJT 0,75	6+	6.1.2.9.DI.X1	
	13		7va	61		ru	MKJT 0,75	7	6.1.2.9.DI.X1	
	14		7or	62		ru	MKJT 0,75	7+	6.1.2.9.DI.X1	
	15		8va	63		ru	MKJT 0,75	8	6.1.2.9.DI.X1	
	16		8or	64		ru	MKJT 0,75	8+	6.1.2.9.DI.X1	
	17		9va	65		ru	MKJT 0,75	9	6.1.2.9.DI.X1	
	18		9or	66		ru	MKJT 0,75	9+	6.1.2.9.DI.X1	
	19		10va	67		ru	MKJT 0,75	10	6.1.2.9.DI.X1	
	20		10or	68		ru	MKJT 0,75	10+	6.1.2.9.DI.X1	
	21		11va	69		ru	MKJT 0,75	11	6.1.2.9.DI.X1	
	22		11or	70		ru	MKJT 0,75	11+	6.1.2.9.DI.X1	
	23		12va	71		ru	MKJT 0,75	12	6.1.2.9.DI.X1	
	24		12or	72		ru	MKJT 0,75	12+	6.1.2.9.DI.X1	
	25		13va	73		ru	MKJT 0,75	13	6.1.2.9.DI.X1	
	26		13or	74		ru	MKJT 0,75	13+	6.1.2.9.DI.X1	
	27		14va	75		ru	MKJT 0,75	14	6.1.2.9.DI.X1	
	28		14or	76		ru	MKJT 0,75	14+	6.1.2.9.DI.X1	
	29		15va	77		ru	MKJT 0,75	15	6.1.2.9.DI.X1	
	30		15or	78		ru	MKJT 0,75	15+	6.1.2.9.DI.X1	
	31		16va	79		ru	MKJT 0,75	16	6.1.2.9.DI.X1	
	32		16or	80		ru	MKJT 0,75	16+	6.1.2.9.DI.X1	
	33		17va	81		ru	MKJT 0,75	1	6.1.2.10.DI.X1	
	34		17or	82		ru	MKJT 0,75	1+	6.1.2.10.DI.X1	
	35		18va	83		ru	MKJT 0,75	2	6.1.2.10.DI.X1	
	36		18or	84		ru	MKJT 0,75	2+	6.1.2.10.DI.X1	
	37		19va	85		ru	MKJT 0,75	3	6.1.2.10.DI.X1	
	38		19or	86		ru	MKJT 0,75	3+	6.1.2.10.DI.X1	
	39		20va	87		ru	MKJT 0,75	4	6.1.2.10.DI.X1	
	40		20or	88		ru	MKJT 0,75	4+	6.1.2.10.DI.X1	
	41		21va	89		ru	MKJT 0,75	5	6.1.2.10.DI.X1	
	42		21or	90		ru	MKJT 0,75	5+	6.1.2.10.DI.X1	
	43		22va	91		ru	MKJT 0,75	6	6.1.2.10.DI.X1	
	44		22or	92		ru	MKJT 0,75	6+	6.1.2.10.DI.X1	
	45		23va	93		ru	MKJT 0,75	7	6.1.2.10.DI.X1	
	46		23or	94		ru	MKJT 0,75	7+	6.1.2.10.DI.X1	
	47		24va	95		ru	MKJT 0,75	8	6.1.2.10.DI.X1	
	48		24or	96		ru	MKJT 0,75	8+	6.1.2.10.DI.X1	
60-JK72	49	60-8607	1va	97		ru	MKJT 0,75	1	6.1.3.4.DO.X1	
	50	Nomak 24x	1or	98		ru	MKJT 0,75	2	6.1.3.4.DO.X1	
	51		2va	99		ru	MKJT 0,75	3	6.1.3.4.DO.X1	
	52		2or	100		ru	MKJT 0,75	4	6.1.3.4.DO.X1	
	53		3va	101		ru	MKJT 0,75	5	6.1.3.4.DO.X1	
	54		3or	102		ru	MKJT 0,75	6	6.1.3.4.DO.X1	
	55		4va	103		ru	MKJT 0,75	7	6.1.3.4.DO.X1	
	56		4or	104		ru	MKJT 0,75	8	6.1.3.4.DO.X1	
	57		5va	105		ru	MKJT 0,75	9	6.1.3.4.DO.X1	
	58		5or	106		ru	MKJT 0,75	10	6.1.3.4.DO.X1	
	59		6va	107		ru	MKJT 0,75	11	6.1.3.4.DO.X1	
	60		6or	108		ru	MKJT 0,75	12	6.1.3.4.DO.X1	
	61		7va	109		ru	MKJT 0,75	13	6.1.3.4.DO.X1	
	62		7or	110		ru	MKJT 0,75	14	6.1.3.4.DO.X1	
	63		8va	111		ru	MKJT 0,75	15	6.1.3.4.DO.X1	
	64		8or	112		ru	MKJT 0,75	16	6.1.3.4.DO.X1	

OSOITE		KAAPELI		60-JK72		KAAPELI		OSOITE		R e v
PAIKKA	LIITIN	NUMERO JA TYYPPI	JOHD.		KETJ.	JOHD.	NUMERO JA TYYPPI	KOHDE	LIITIN	
60-GVS71.2	ML +	kytk.lanka		57		5va	60-8607	IT1-RK301	105	
60-GVS72.2	ML +	kytk.lanka		58		5or	Nomak 24x	X12	106	
60-GVS73.2	ML +	kytk.lanka		59		6va			107	
60-GVS74.2	ML +	kytk.lanka		60		6or			108	
60-GVS75.2	ML +	kytk.lanka		61		7va			109	
60-GVS76.2	ML +	kytk.lanka		62		7or			110	
60-GVS77.2	ML +	kytk.lanka		63		8va			111	
60-GVS78.2	ML +	kytk.lanka		64		8or			112	
merkkil. miinus	-	kytk.lanka		65		9va			113	
				66		9or			114	
60-XS71.1	63	60-8322	si	67		10va			115	
	64	Klam 2x	pu	68		10or			116	
60-PT79	+	60-8666	1pu	69		11va			117	
	-	Jamak 2x	1si	70		11or			118	
60-TE79	+	60-8674	1pu	71		12va			119	
	+	Jamak 2x	1si	72		12or			120	
	-		2pu	73		13va			121	
			2si	74		13or			122	
60-PT50	+	60-8668	1pu	75		14va			123	
	-	Jamak 2x	1si	76		14or			124	
60-XS71.2	65	60-8688	1pu	77		15va			125	
	66	Jamak 2x	1si	78		15or			126	
60-XS71.3	67	60X71-W1	1pu	79		16va			127	
	68	Jamak 2x	1si	80		16or			128	
K1	A1	Kytk.lanka		81		17va			129	
K1	A2	Kytk.lanka		82		17or			130	
60X71-XVS01	C	60X71XVX01-W1	1or	83		18va			131	A
	NO	Nomak 2x	1va	84		18or			132	A
	C		2or	85		19va			133	A
	NO		2va	86		19or			134	A
				87		20va			135	
				88		20or			136	
				89		21va			137	
				90		21or			138	
60PT55	+	60PT55-W1	1pu	91		22va			139	B
	-	Jamak 2x	1si	92		22or			140	B
				93		23va			141	
				94		23or			142	
				95		24va			143	
				96		24or			144	
				97						
				98						
				99						
				100						

OSOITE		KAAPELI	IT1-RK301			KAAPELI		OSOITE		R e v
PAIKKA	LIITIN	NUMERO JA TYYPPI	JOHD.	X12	KETJ.	JOHD.	NUMERO JA TYYPPI	LIITIN	PAIKKA	
60-JK72	65	60-8607	9va	113		ru	MKJT 0,75	15-	6.1.3.4.DO.X1	
	66	Nomak 24x	9or	114		ru	MKJT 0,75	16-	6.1.3.4.DO.X1	
	67		10va	115		ru	MKJT 0,75	9	6.1.2.10.DI.X1	
	68		10or	116		ru	MKJT 0,75	9+	6.1.2.10.DI.X1	
	69		11va	117		ru	MKJT 0,75	F1	6.1.3.1.AI.X1	
	70		11or	118		ru	MKJT 0,75	1	6.1.3.1.AI.X1	
	71		12va	119		ru	MKJT 0,75	3	60-TT79	
	72		12or	120		ru	MKJT 0,75	2		
	73		13va	121		ru	MKJT 0,75	1		
	74		13or	122						
	75		14va	123		ru	MKJT 0,75	F5	6.1.3.1.AI.X1	
	76		14or	124		ru	MKJT 0,75	5	6.1.3.1.AI.X1	
	77		15va	125		ru	MKJT 0,75	10	6.1.2.10.DI.X1	
	78		15or	126		ru	MKJT 0,75	10+	6.1.2.10.DI.X1	
	79		16va	127		ru	MKJT 0,75	11	6.1.2.10.DI.X1	
	80		16or	128		ru	MKJT 0,75	11+	6.1.2.10.DI.X1	
	81		17va	129		ru	MKJT 0,75	2-	6.1.2.11.DO.X1	
	82		17or	130		ru	MKJT 0,75	2	6.1.2.11.DO.X1	
	83		18va	131		ru	MKJT 0,75	14+	6.1.2.4.DI.X1	A
	84		18or	132		ru	MKJT 0,75	14	6.1.2.4.DI.X1	A
	85		19va	133		ru	MKJT 0,75	15+	6.1.2.4.DI.X1	A
	86		19or	134		ru	MKJT 0,75	15	6.1.2.4.DI.X1	A
60TT84	5	60TT84-W1	1va	135		ru	MKJT 0,75	F6	6.1.3.1.AI.X1	B
	6	Jamak 2x2x0,5	1or	136		ru	MKJT 0,75	6	6.1.3.1.AI.X1	B
60-JK72	89	60-8607	21va	137						
	90	Nomak 24x	21or	138						
	91		22va	139		ru	MKJT 0,75	F8	6.1.3.1.AI.X1	C
	92		22or	140		ru	MKJT 0,75	8	6.1.3.1.AI.X1	C
	93		23va	141						
	94		23or	142						
	95		24va	143						
	96		24or	144						
60-JK73	1	60-8608	1va	145		ru	MKJT 0,75	1	6.1.3.2.DI.X1	
	2	Nomak 24x	1or	146		ru	MKJT 0,75	1+	6.1.3.2.DI.X1	
	3		2va	147		ru	MKJT 0,75	2	6.1.3.2.DI.X1	
	4		2or	148		ru	MKJT 0,75	2+	6.1.3.2.DI.X1	
	5		3va	149		ru	MKJT 0,75	3	6.1.3.2.DI.X1	
	6		3or	150		ru	MKJT 0,75	3+	6.1.3.2.DI.X1	
	7		4va	151		ru	MKJT 0,75	4	6.1.3.2.DI.X1	
	8		4or	152		ru	MKJT 0,75	4+	6.1.3.2.DI.X1	
	9		5va	153		ru	MKJT 0,75	5	6.1.3.2.DI.X1	
	10		5or	154	*	ru	MKJT 0,75	5+	6.1.3.2.DI.X1	
	11		6va	155		ru	MKJT 0,75	6	6.1.3.2.DI.X1	
	12		6or	156		ru	MKJT 0,75	6+	6.1.3.2.DI.X1	
	13		7va	157		ru	MKJT 0,75	7	6.1.3.2.DI.X1	
	14		7or	158		ru	MKJT 0,75	7+	6.1.3.2.DI.X1	
	15		8va	159		ru	MKJT 0,75	8	6.1.3.2.DI.X1	
	16		8or	160		ru	MKJT 0,75	8+	6.1.3.2.DI.X1	
	17		9va	161		ru	MKJT 0,75	9	6.1.3.2.DI.X1	
	18		9or	162		ru	MKJT 0,75	9+	6.1.3.2.DI.X1	
	19		10va	163		ru	MKJT 0,75	10	6.1.3.2.DI.X1	
	20		10or	164		ru	MKJT 0,75	10+	6.1.3.2.DI.X1	
	21		11va	165		ru	MKJT 0,75	11	6.1.3.2.DI.X1	
	22		11or	166		ru	MKJT 0,75	11+	6.1.3.2.DI.X1	
	23		12va	167		ru	MKJT 0,75	12	6.1.3.2.DI.X1	
	24		12or	168		ru	MKJT 0,75	12+	6.1.3.2.DI.X1	

I/O	Name	Comment	Remark
X400	PUHDISTUS	Puhdistus ulkop. 0=ei 1=kyllä	24V
X401	PAINE/S-ARVO	Paine/säästöarvo 0=ali 1=yli	tp-vahti!!
X402	PAINEHÄLYTYS	Venttiilin painehälytys	X430-X535
X403	VLAHTO ASKELLUS	Ask. halutulle vent.lähdölle	
X404	PPULSSI/TAUKOAJ	Puhd.pulssi/taukoajastin	24V
X405	PPULSSI/TANKKIP	Puhd.pulssi/tankkipaine	24V
X406	PPULSSI/AJ+PAIN	Puhd.pulssi/taukoaj.+tankkip.	24V
X407	PPULSSI/JAKSO	Puhd.pulssi/max.jaksoaika	24V
X410	VENTT.MÄÄRÄ 1	Venttiililähtöjen määrä tulo 1	24V
X411	VENTT.MÄÄRÄ 2	Venttiililähtöjen määrä tulo 2	24V
X412	VENTT.MÄÄRÄ 3	Venttiililähtöjen määrä tulo 3	24V
X413	VENTT.MÄÄRÄ 4	Venttiililähtöjen määrä tulo 4	24V
X414	TAJASTIN VAL.1	Taukoajastimen valinta tulo 1	
X415	TAJASTIN VAL.2	Taukoajastimen valinta tulo 2	
X416	TAJASTIN VAL.3	Taukoajastimen valinta tulo 3	
X417	TAJASTIN VAL.4	Taukoajastimen valinta tulo 4	
X420	VARALLA X420	varalla	
X421	VARALLA X421	varalla	
X422	VARALLA X422	varalla	
X423	ENS.KÄYNNISTYS	Syst. ensimmäinen käynnistys	24V
X424	SYST.NOLLAUS	Syst.nollaus/jaksotusrekisteri	24V,->X423
X425	ULKOP.VIIIVE 10S	10s viiveen ulkopuol.pyyntö	24V
X426	PTASAU/TAUKO	Paineentasaus tauon aikana	24V
X427	PHALYTYS POIS	Painehäl.lähdöt Y445-Y446 pois	24V
X500	VENTT.MÄÄRÄ 5	Venttiililähtöjen määrä tulo 5	24V
X501	VENTT.MÄÄRÄ 6	Venttiililähtöjen määrä tulo 6	24V
X502	VARALLA X502	varalla	
X503	PVAIHE KESTO	Puhd.vaihe/viim.venttiililähtö	24V
Y430	VENTTIILI 00-09	Venttiilien 00-09 valinta	
Y431	VENTTIILI 10-19	Venttiilien 10-19 valinta	
Y432	VENTTIILI 20-29	Venttiilien 20-29 valinta	
Y433	VENTTIILI 30-39	Venttiilien 30-39 valinta	
Y434	VENTTIILI N0	Venttiilin n0 valinta	
Y435	VENTTIILI N1	Venttiilin n1 valinta	
Y436	VENTTIILI N2	Venttiilin n2 valinta	
Y437	VENTTIILI N3	Venttiilin n3 valinta	
Y440	PPULSSI LAUK.	Puhdistuspulssin laukaisu	
Y441	PPULSSI KUTSU	Puhdistuspulssin kutsu	
Y442	SYÖTTÖVENTTIILI	Syöttöventtiilin ohjaus	
Y443	TANKKIPAIN	Tankkipaine saavutettu	
Y444	EI KÄYNNISSÄ	PLC ei käynnissä tai paristo	
Y445	EI PAINETTA	Ei painetta	T51=60s
Y446	EI LAUENN.PAINE	Ei lauennutta painetta	T656=0.5s
Y447	PUHDISTUSJAKSO	Puhdistusjakso läpikäyty	T57=1.0s
Y530	VENTTIILI N4	Venttiilin n4 valinta	
Y531	VENTTIILI N5	Venttiilin n5 valinta	
Y532	VENTTIILI N6	Venttiilin n6 valinta	
Y533	VENTTIILI N7	Venttiilin n7 valinta	
Y534	VENTTIILI N8	Venttiilin n8 valinta	
Y535	VENTTIILI N9	Venttiilin n9 valinta	
T450	TAIKA 00MIN,05S	Tauko aika 00min, 05s	
T451	TAIKA 00MIN,07S	Tauko aika 00min, 07s	
T452	TAIKA 00MIN,10S	Tauko aika 00min, 10s	
T453	TAIKA 00MIN,14S	Tauko aika 00min, 14s	
T454	TAIKA 00MIN,20S	Tauko aika 00min, 20s	
T455	TAIKA 00MIN,29S	Tauko aika 00min, 29s	
T456	TAIKA 00MIN,41S	Tauko aika 00min, 41s	
T457	TAIKA 00MIN,58S	Tauko aika 00min, 58s	
T550	TAIKA 01MIN,23S	Tauko aika 01min, 23s	
T551	TAIKA 01MIN,57S	Tauko aika 01min, 57s	
T552	TAIKA 02MIN,47S	Tauko aika 02min, 47s	
T553	TAIKA 03MIN,57S	Tauko aika 03min, 57s	
T554	TAIKA 05MIN,36S	Tauko aika 05min, 36s	

I/O	Name	Comment	Remark
T555	TAIKA 07MIN,57S	Tauko aika 07min, 57s	
T556	TAIKA 11MIN,17S	Tauko aika 11min, 17s	
T557	TAIKA 16MIN,00S	Tauko aika 16min, 00s	

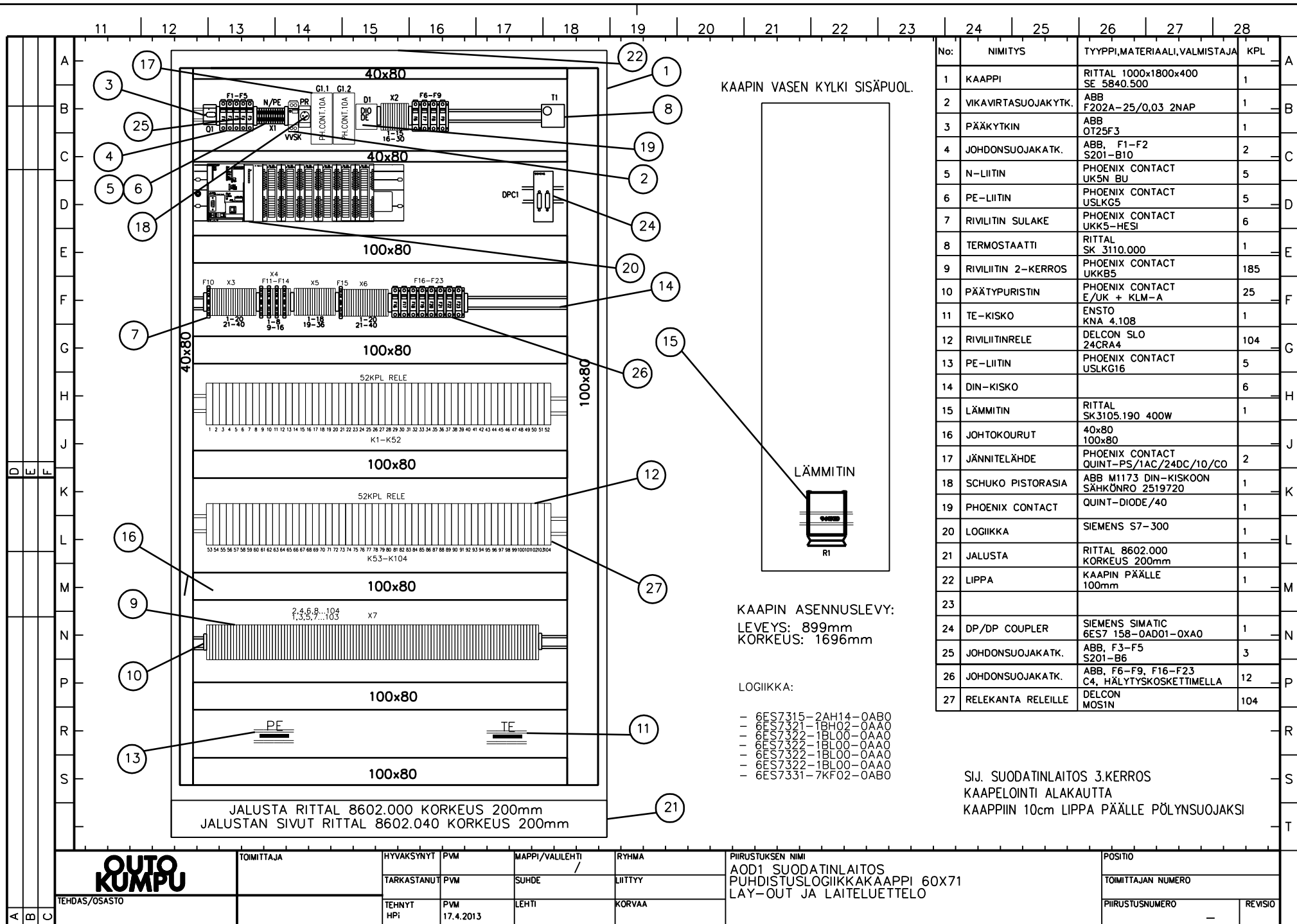


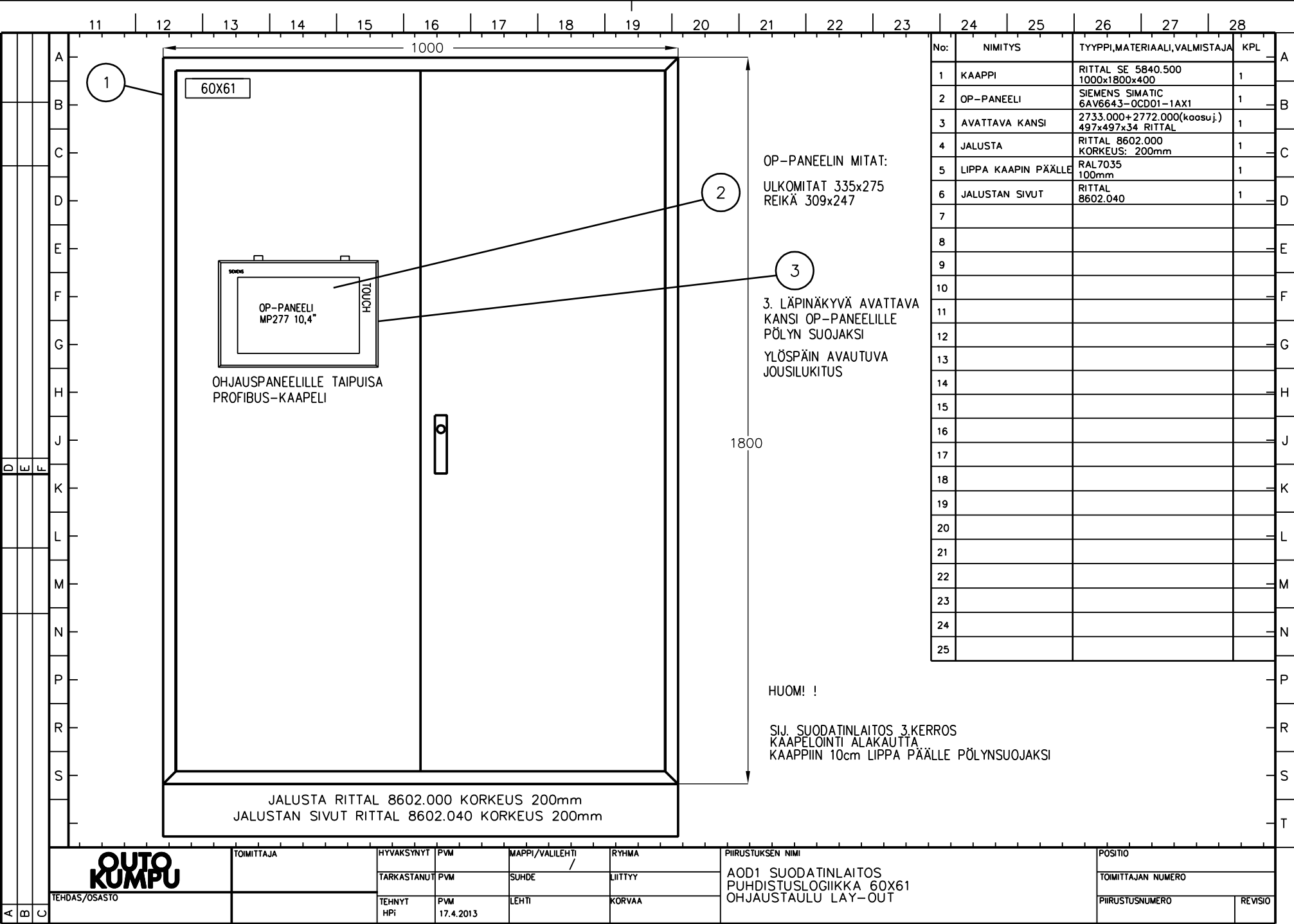
No:	NIMITYS	TYYPPI,MATERIAALI,VALMISTAJA	KPL	
1	KAAPPI	RITTAL SE 5840.500 1000x1800x400	1	A
2	OP-PANEELI	SIEMENS SIMATIC 6AV6643-0CD01-1AX1	1	B
3	AVATTAVA KANSI	2733.000+2772.000(kaosuj.) 497x497x34 RITTAL	1	B
4	JALUSTA	RITTAL 8602.000 KORKEUS: 200mm	1	C
5	LIPPA KAAPIN PÄÄLLE	RAL7035 100mm	1	C
6	JALUSTAN SIVUT	RITTAL 8602.040	1	D
7				
8				E
9				
10				F
11				
12				G
13				
14				H
15				
16				J
17				
18				K
19				
20				L
21				
22				M
23				
24				N
25				

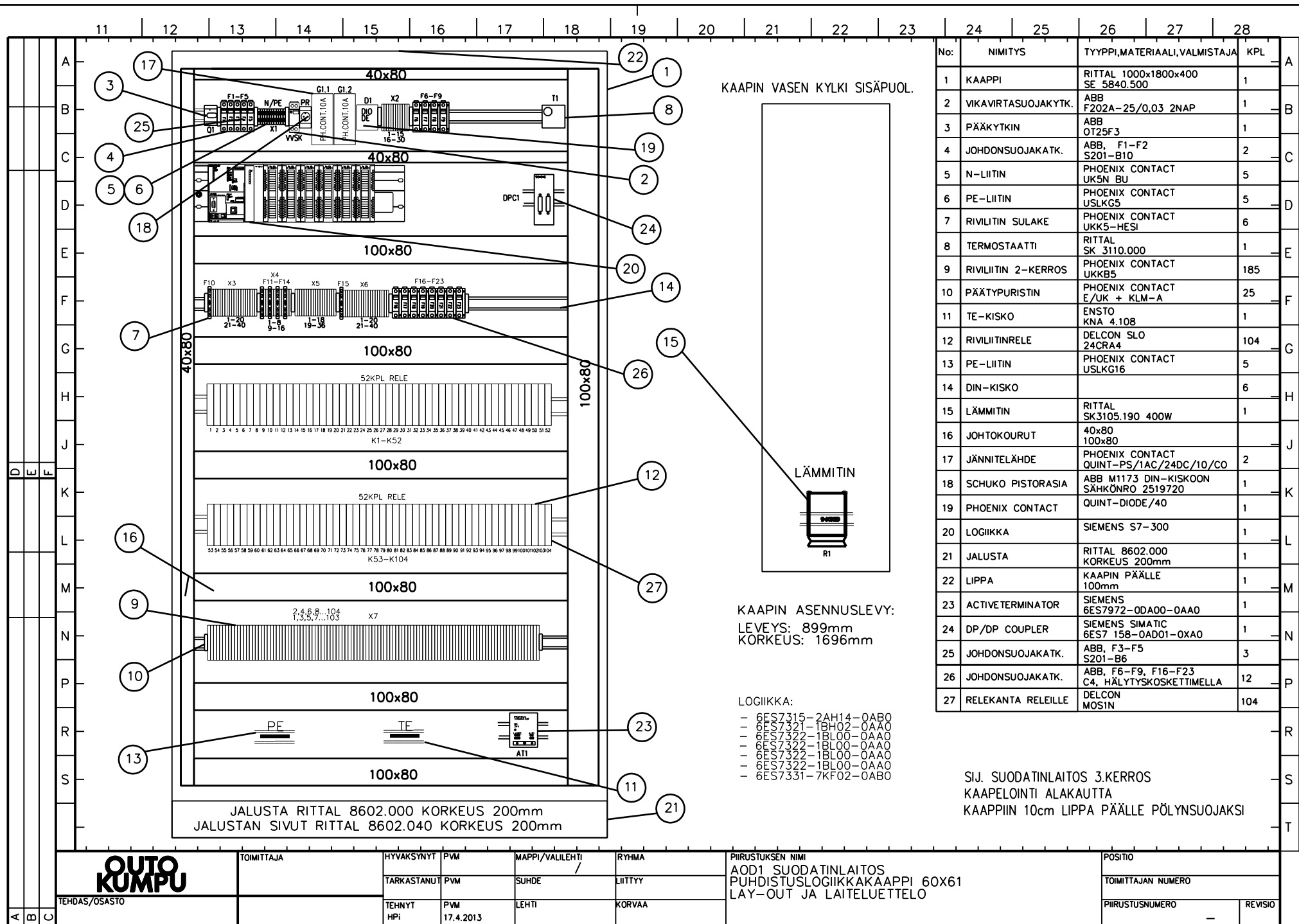
HUOM! !

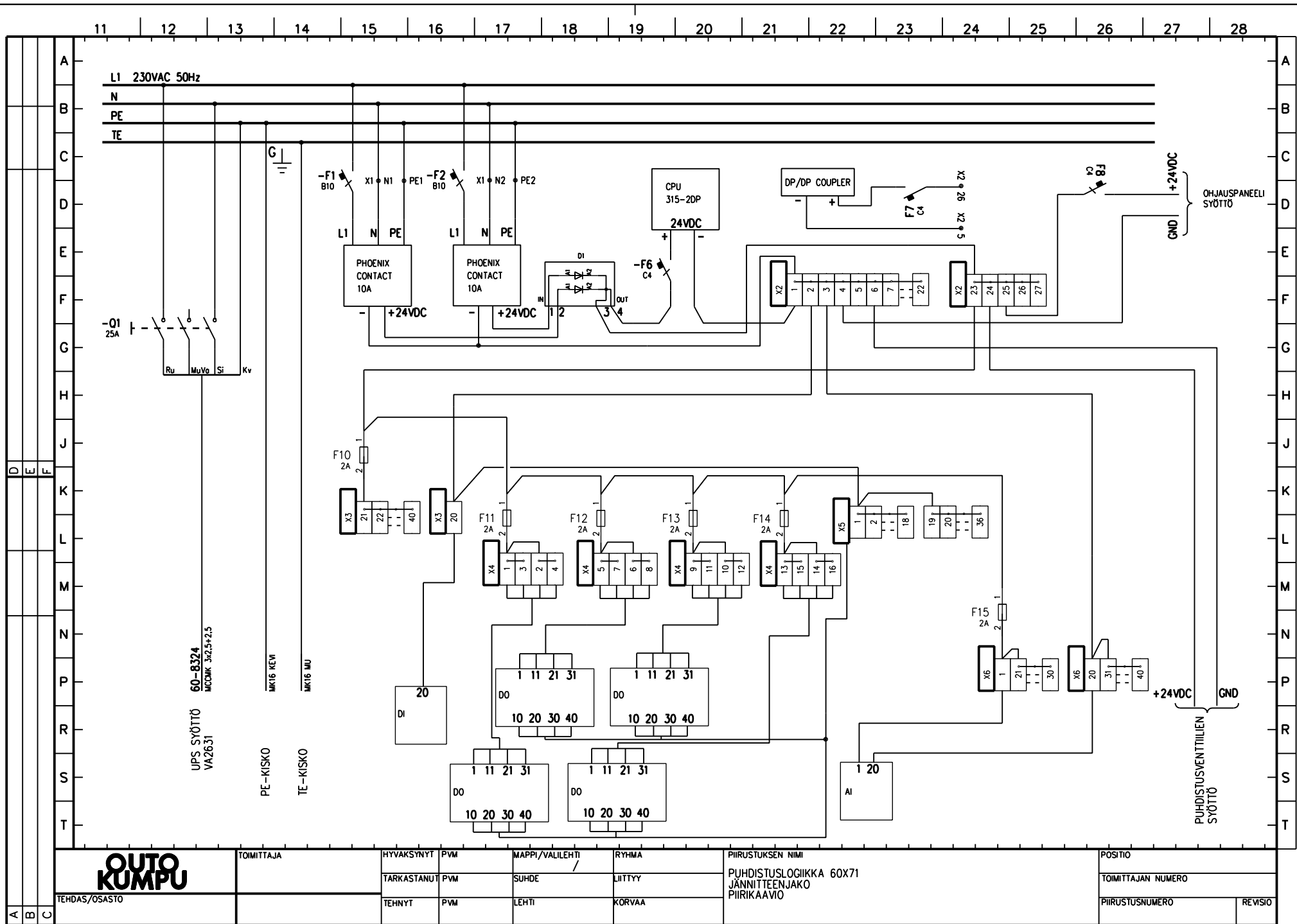
SIJ. SUODATINLAITOS 3.KERROS
KAAPELOINTI ALAKAUTTA
KAAPPIIN 10cm LIPPA PÄÄLLE PÖLYNSUOJAKSI

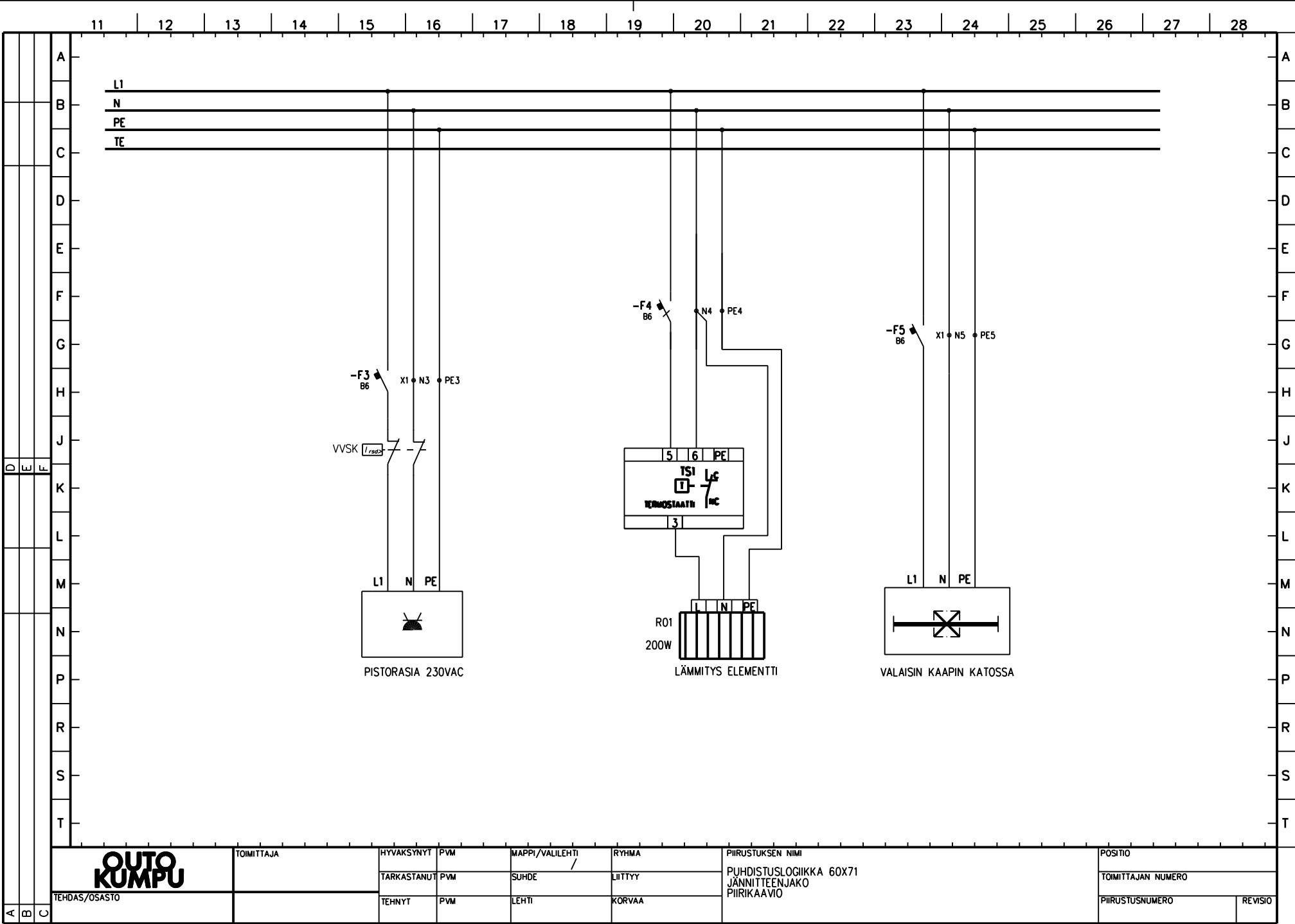
OUTO KUMPU		TOIMITTAJA	HYVÄKSYNYT	PVM	MAPPI/VALILEHTI	RYHMA	PIIRUSTUKSEN NIMI	POSITIO
TEHDAS/OSASTO			TARKASTANUT	PVM	SUHDE	LIITTY	AOD1 SUODATINLAITOS PUHDISTUSLOGIIKKA 60X71 OHJAUSTAULU LAY-OUT	TOIMITTAJAN NUMERO
			TEHNYT	PVM	LEHTI	KORVAA		PIIRUSTUSNUMERO
			HPI	17.4.2013				REVISIO





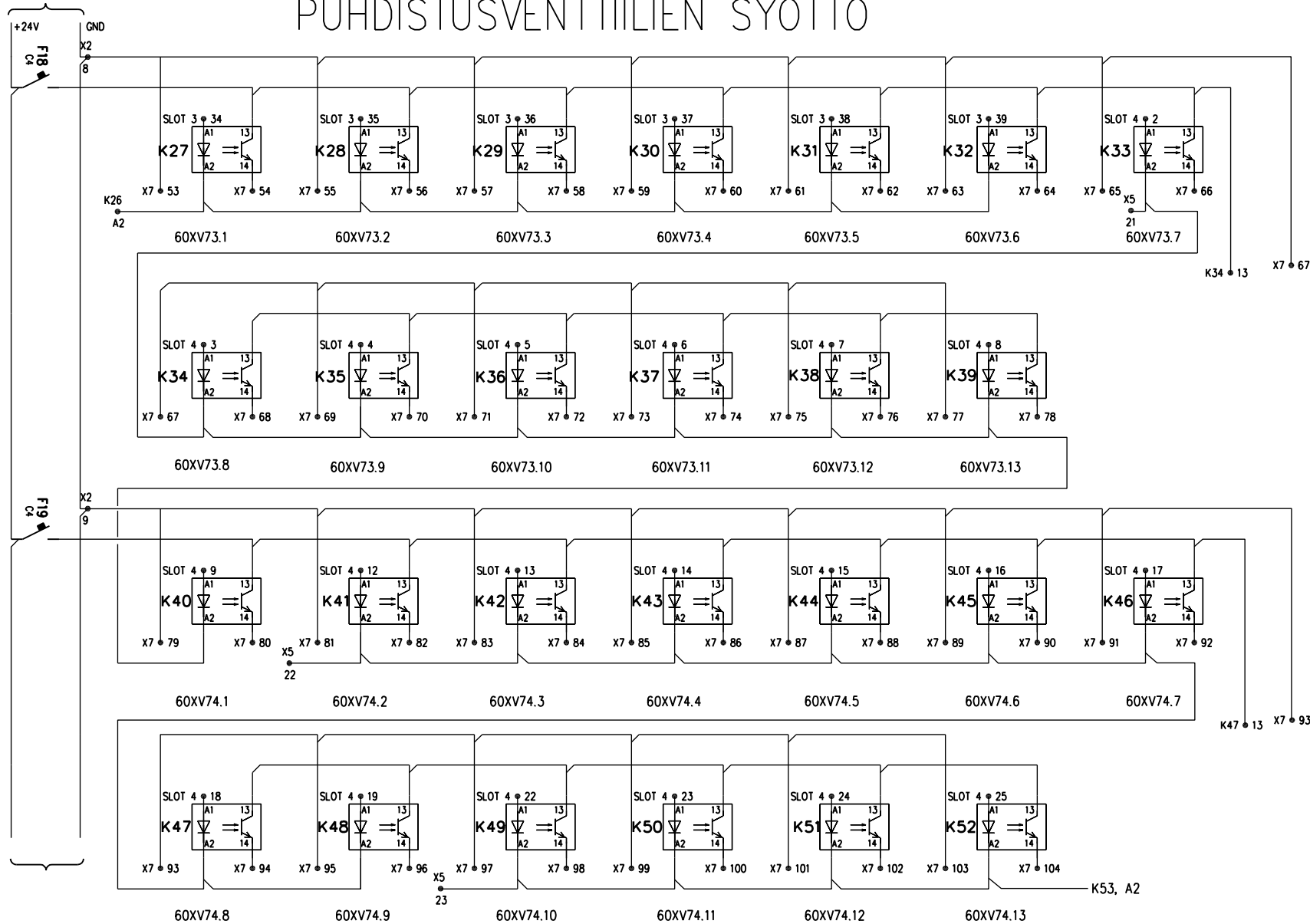








PUHDISTUSVENTTIILIEN SYÖTTÖ



OUTO KUMPU

TOIMITTAJA

HYVÄKSYNYT

PVM

MAPPI/VALIHEITI

RYHMA

PIIRUSTUKSEN NIMI
PUHDISTUSLOGIKKAKAAPPI 60X71
JÄNNITTEENJAKO
PIIRIKAAVIO

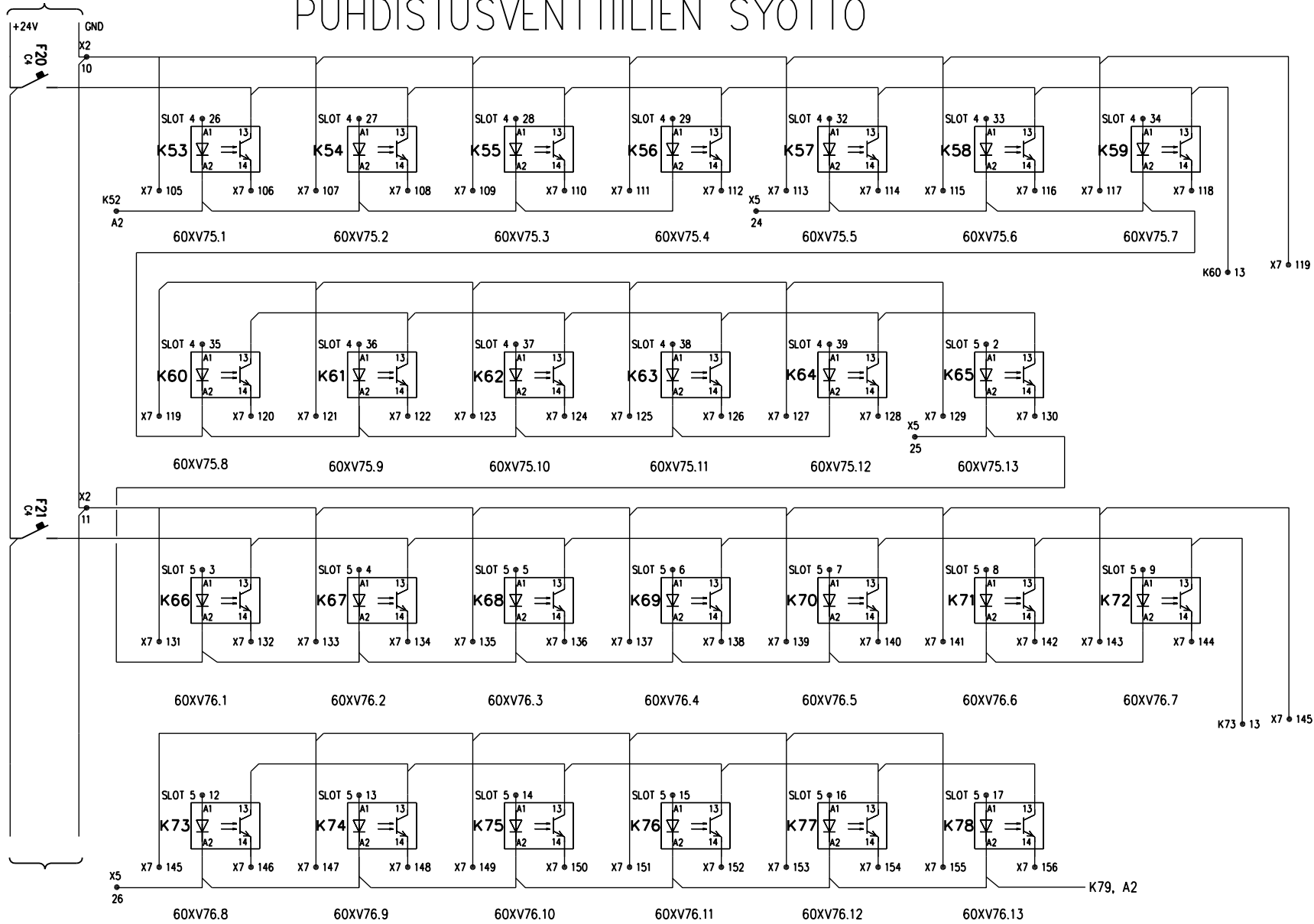
POSITIO

TOMITTAJAN NUMERO

PIIRUSTUSNUMERO

REVISIO

PUHDISTUSVENTTIILIEN SYÖTTÖ



OUTO KUMPU

TOIMITTAJA

HYVÄKSYNYT

PVM

MAPPI/VALILEHTI

RYHMA

PIIRUSTUKSEN NIMI
PUHDISTUSLOGIKKAKAAPPI 60X71
JÄNNITTEENJAKO
PIIRIKAAVIO

POSITIO

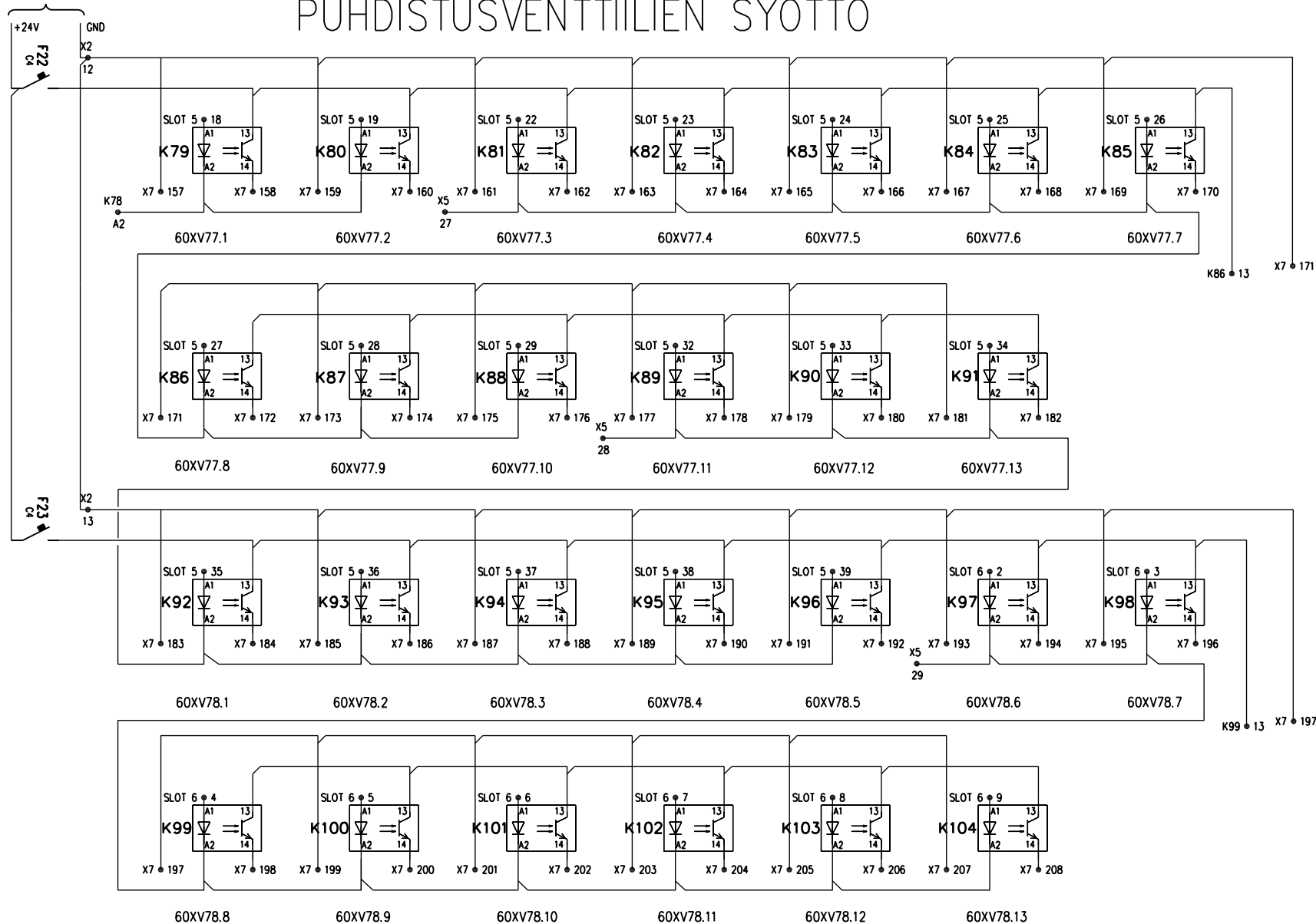
TOIMITTAJAN NUMERO

PIIRUSTUSNUMERO

REVISIO

TIEDOSTO:

PUHDISTUSVENTTIILIEN SYÖTTÖ

OUTO
KUMPU

TOIMITTAJA

HYVÄKSYNYT

PVM

MAPPI/VALILEHTI

RYHMA

PIIRUSTUKSEN NIMI
PUHDISTUSLOGIKKAKAAPPI 60X71
JÄNNITTEENJAKO
PIIRIKAAVIO

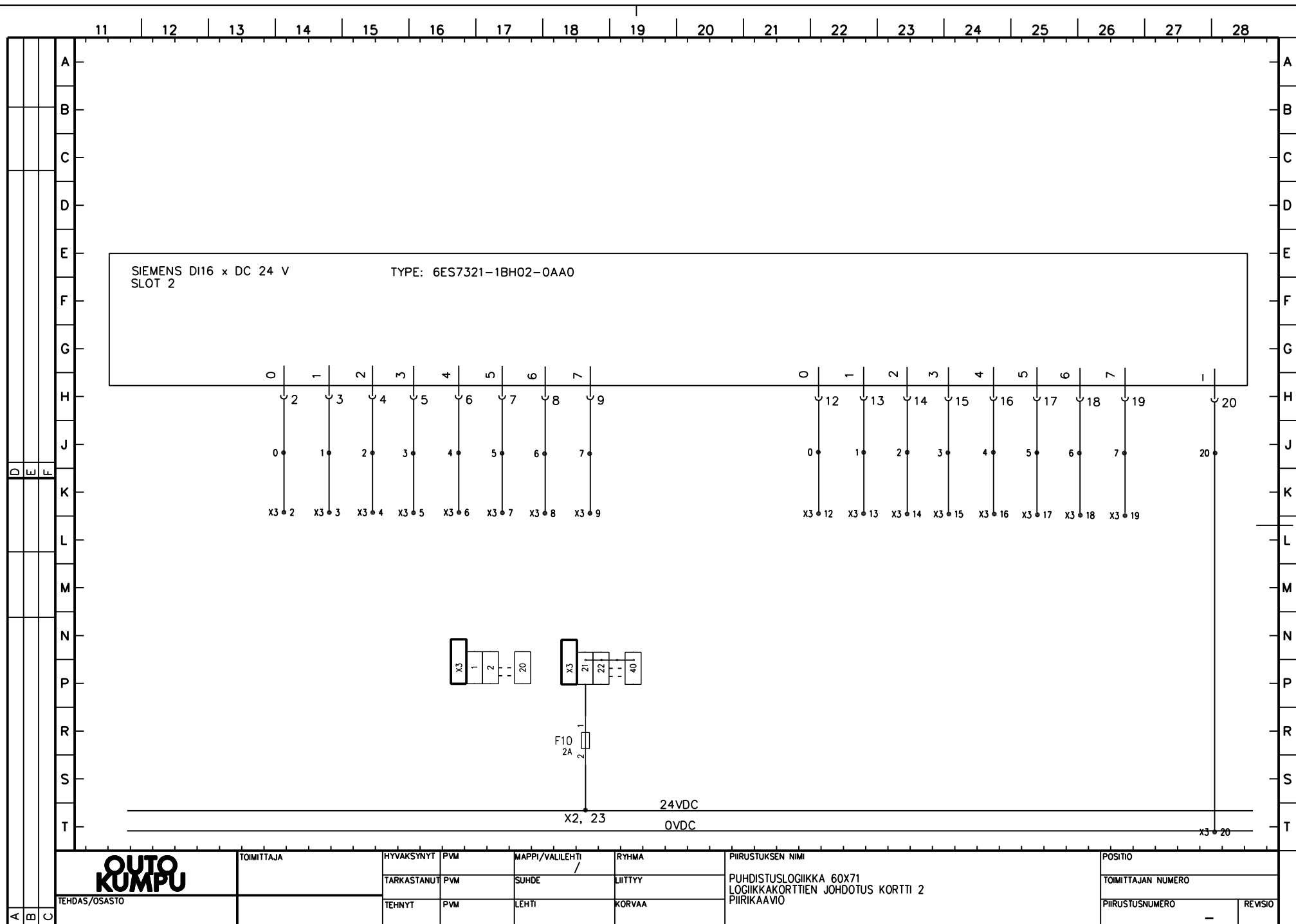
POSITIO

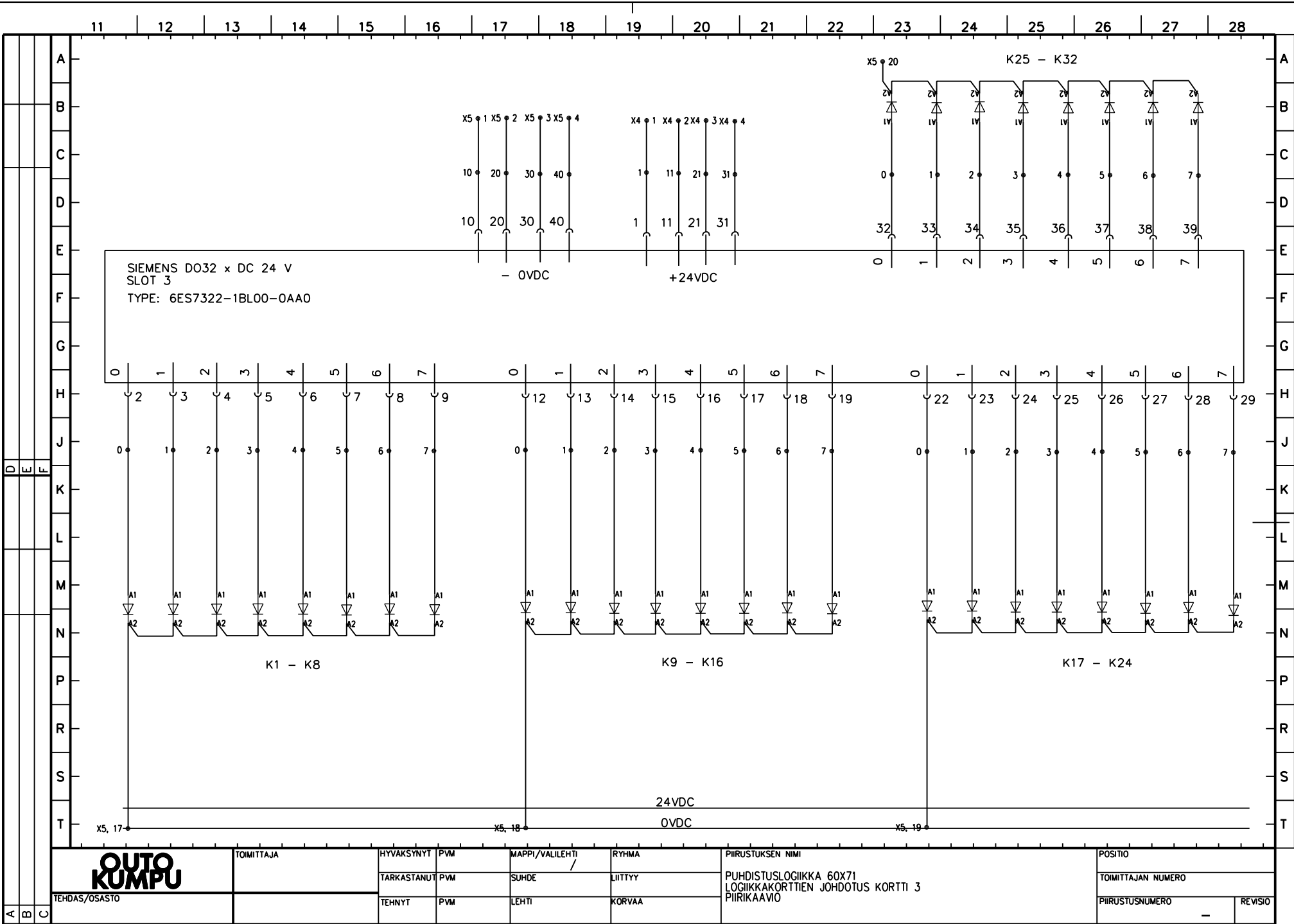
TOIMITTAJAN NUMERO

PIIRUSTUSNUMERO

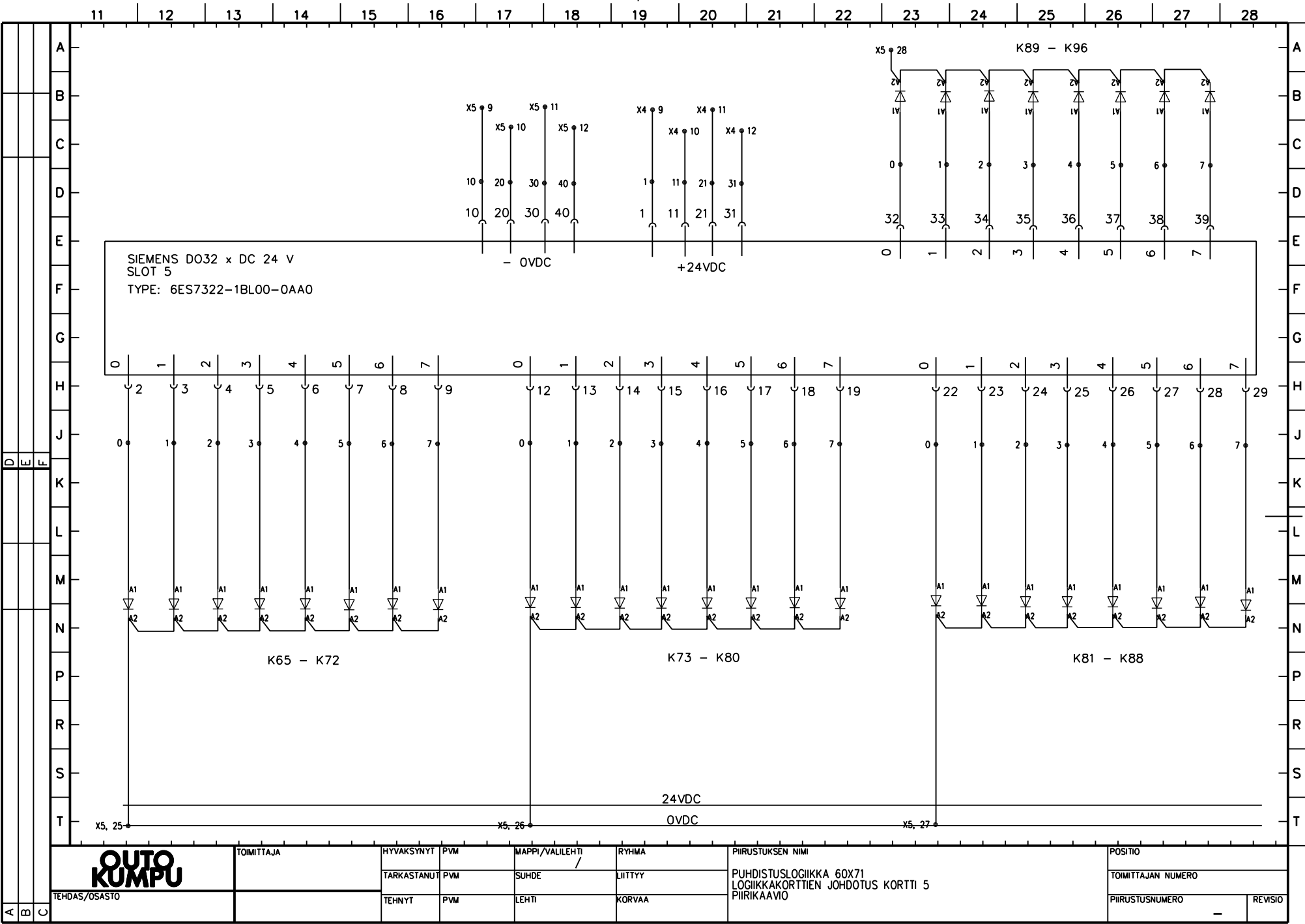
REVISIO

TIEDOSTO:

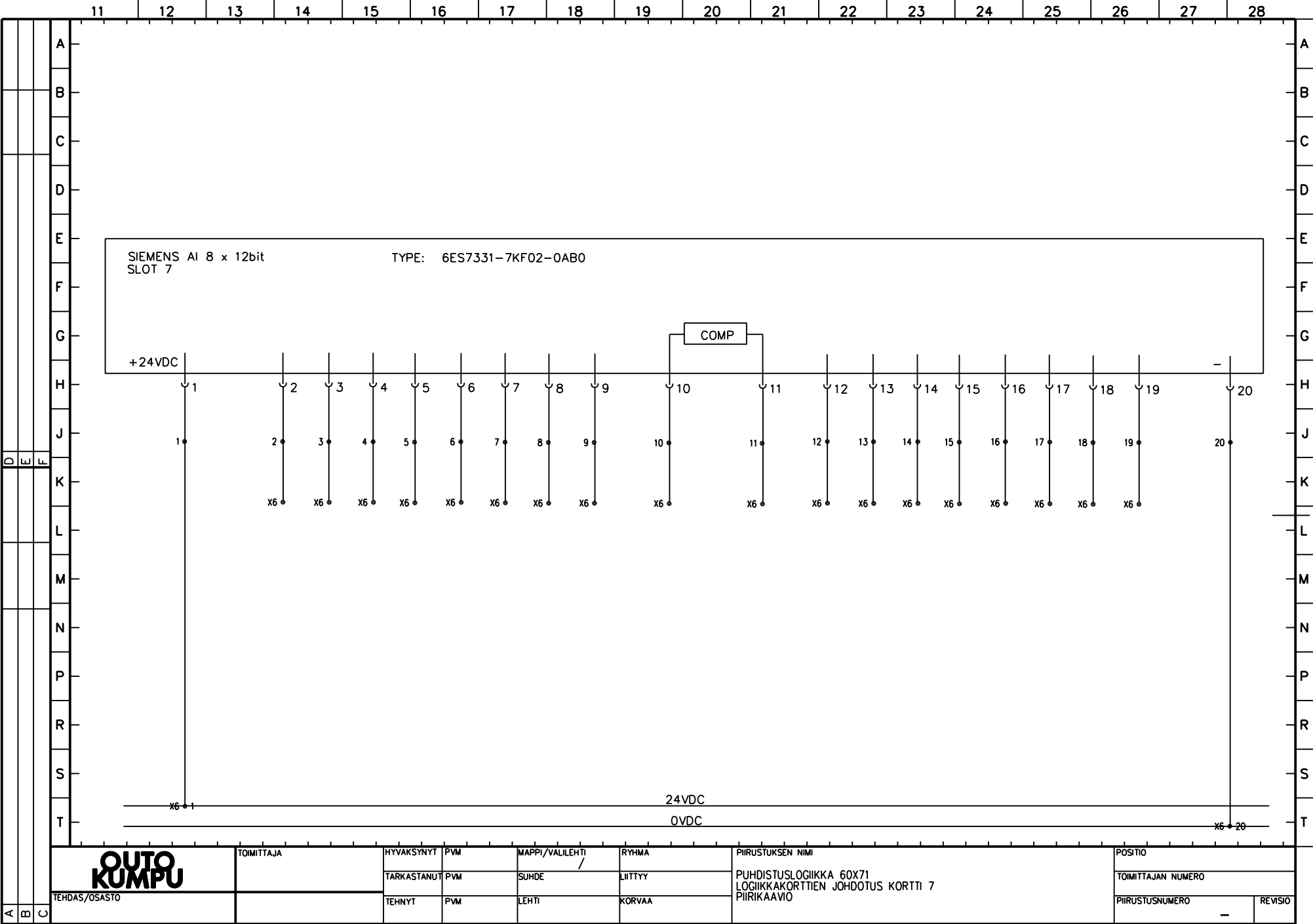






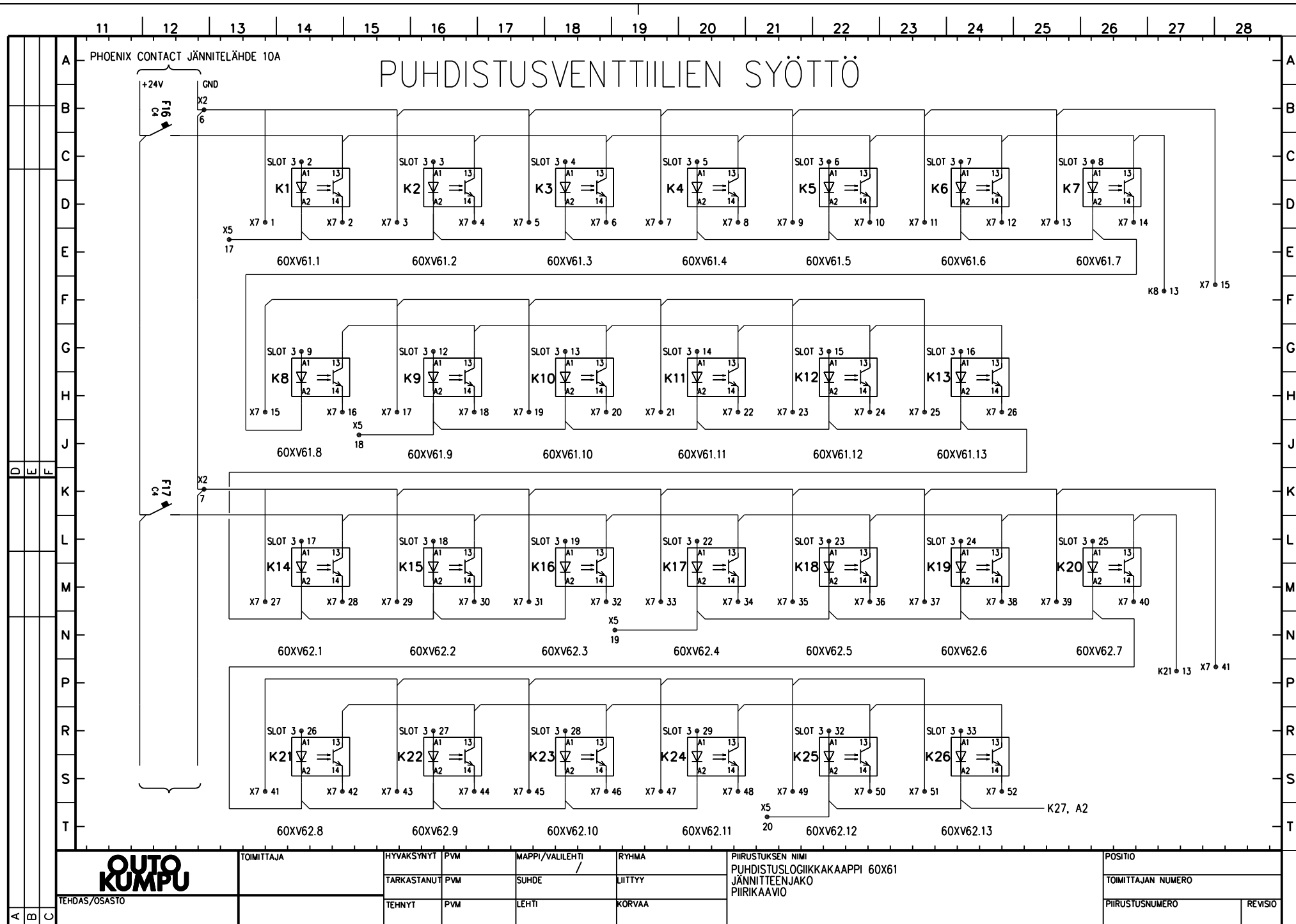




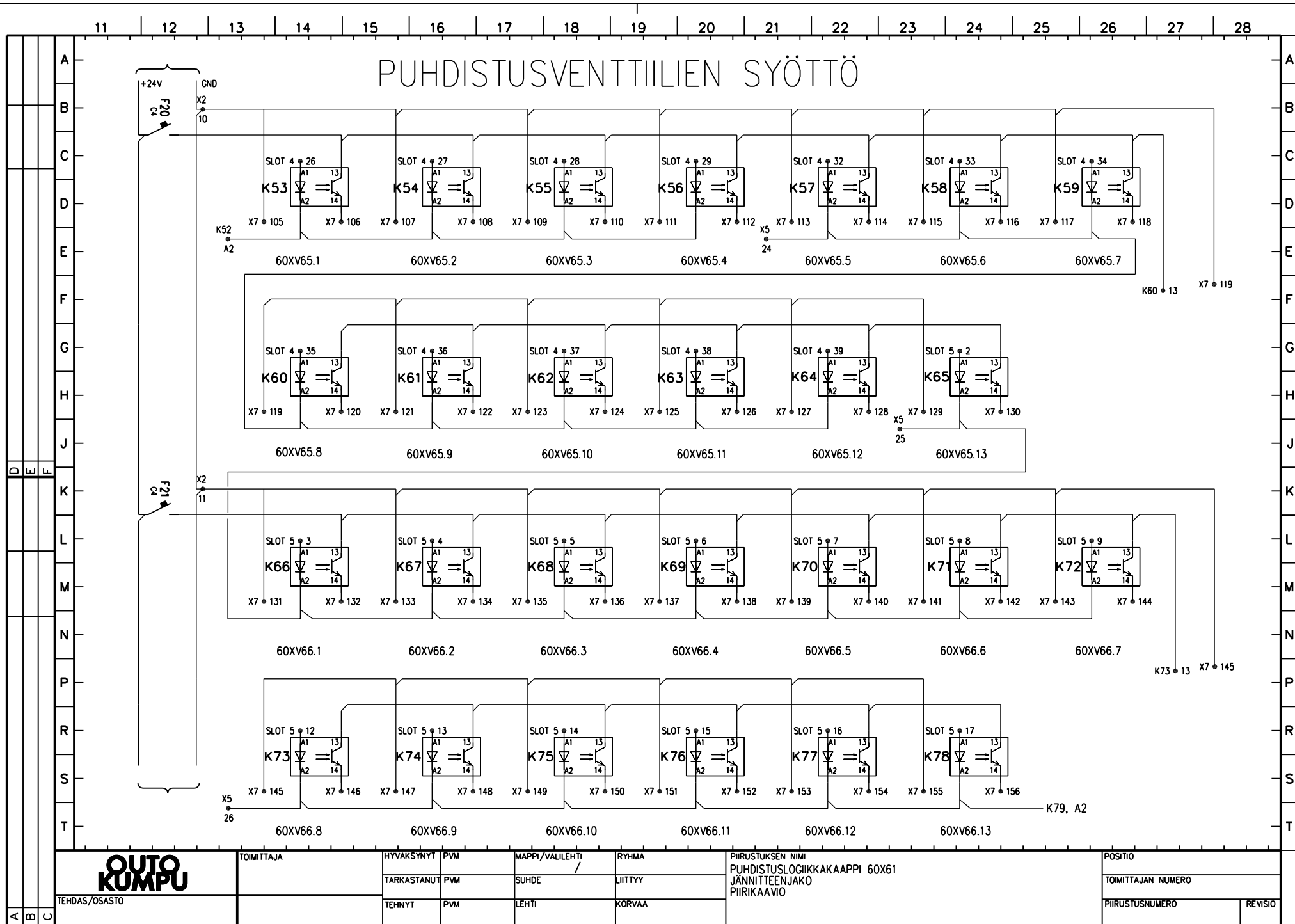


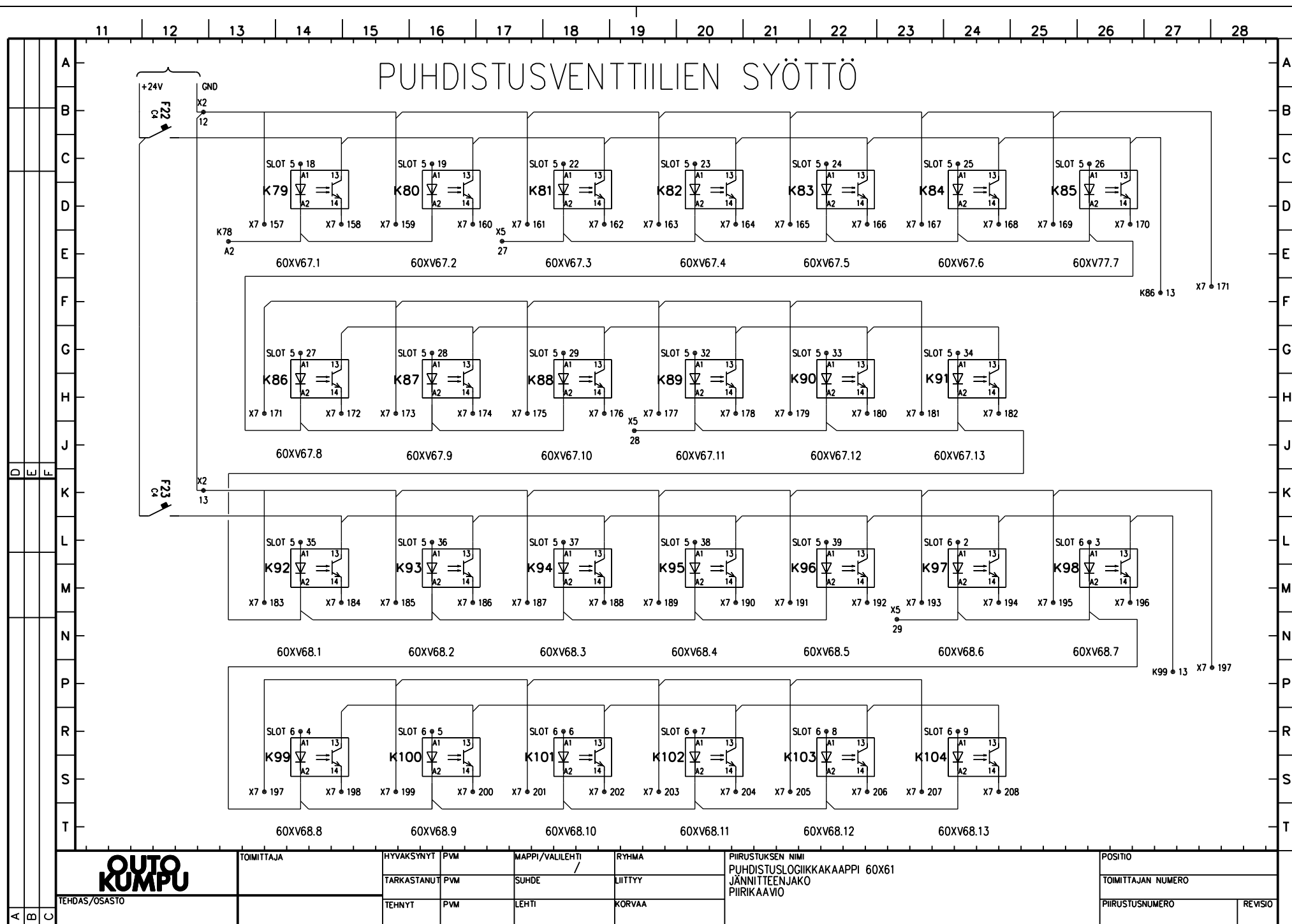




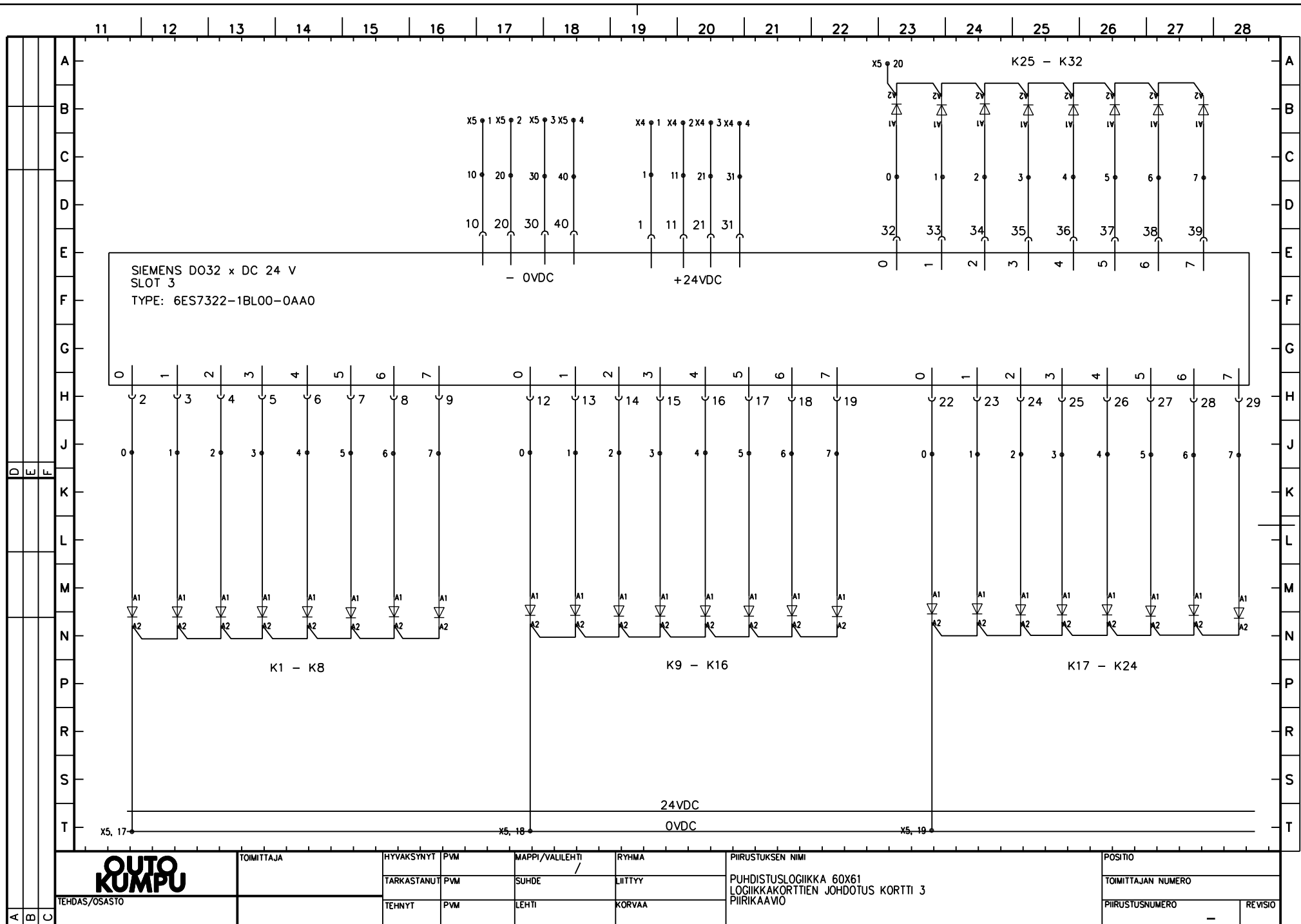


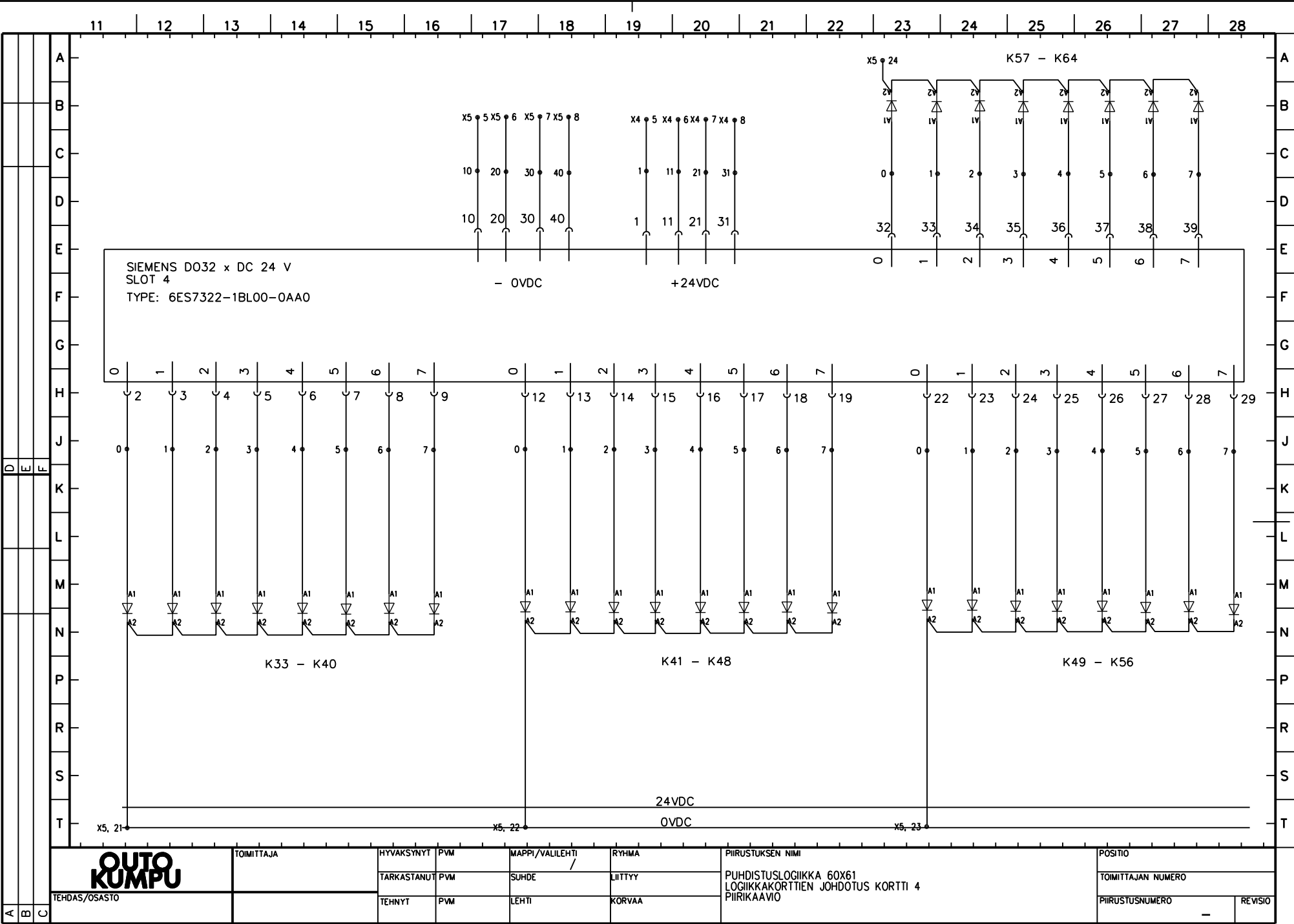












OUTO KUMPU

TOIMITTAJA

HYVAKSYNYT

PVM

MAPPI/VALILEHTI

RYHMA

PIIRUSTUKSEN NIMI

POSITIO

TEHDAS/OSASTO

TEHNYT

PVM

LEHTI

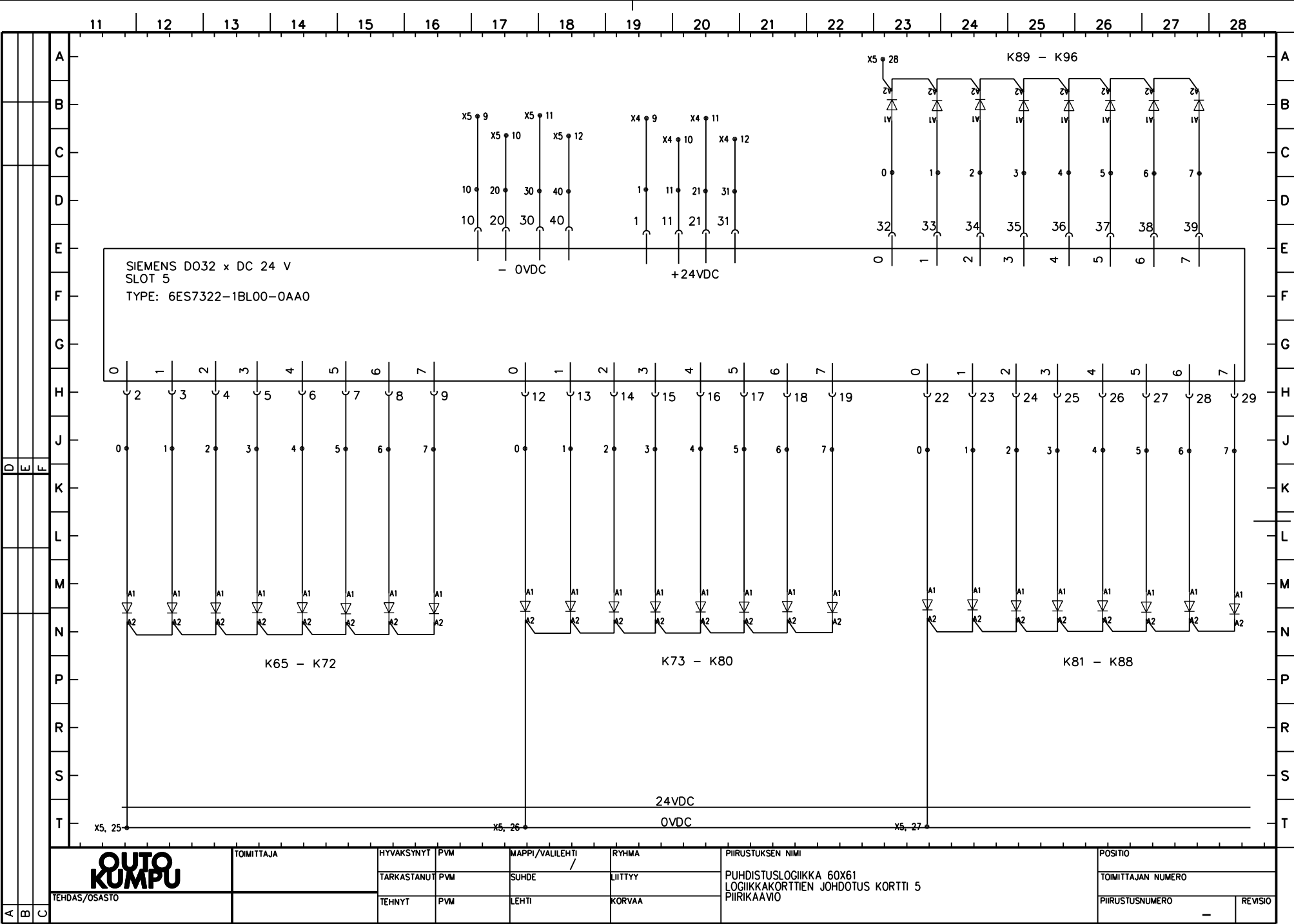
KORVAA

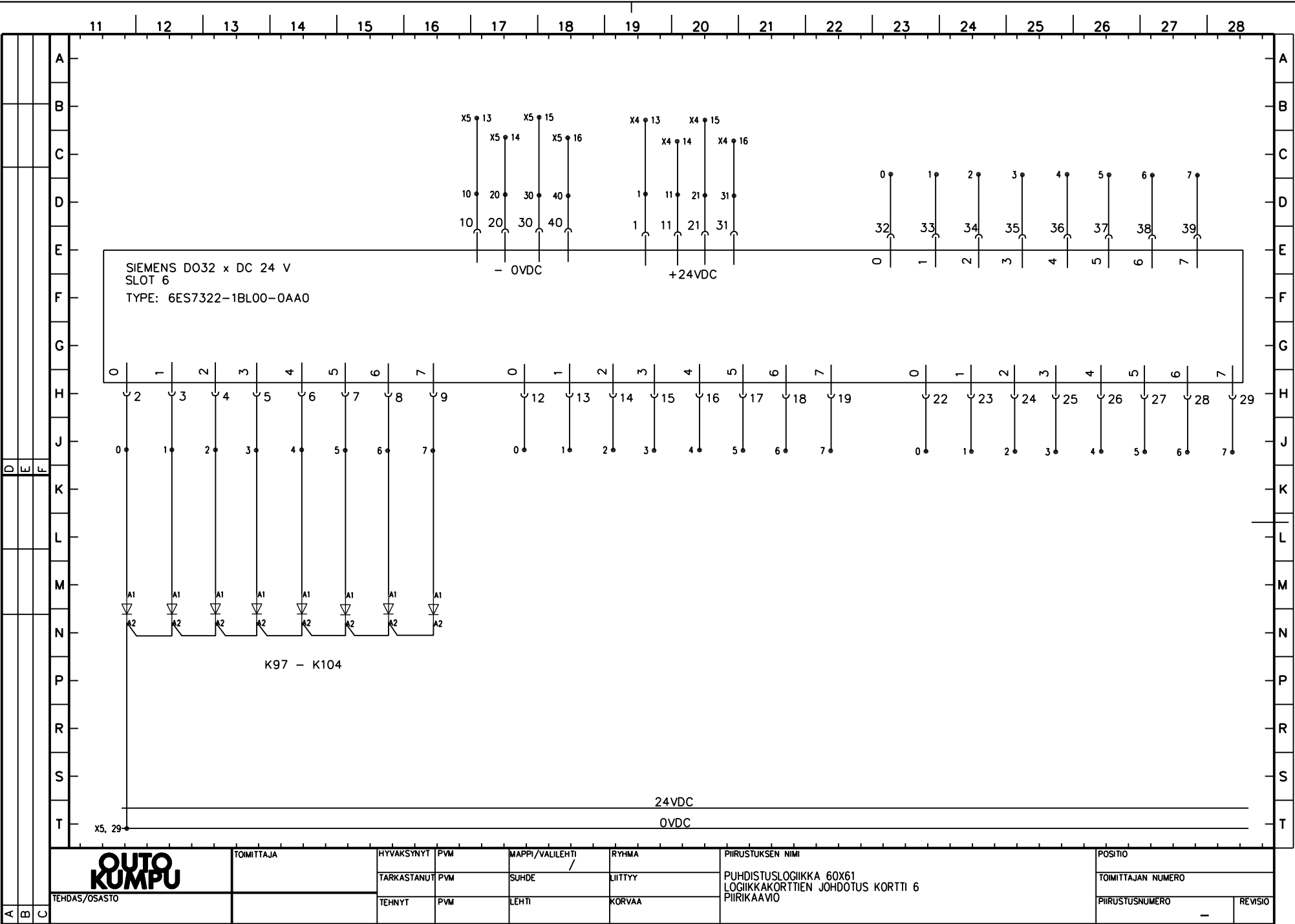
PUHDISTUSLOGIIKKA 60X61
LOGIikkAKORTTIEN JOHDOTUS KORTTI 4
PIIRIKAAVIO

TOIMITTAJAN NUMERO

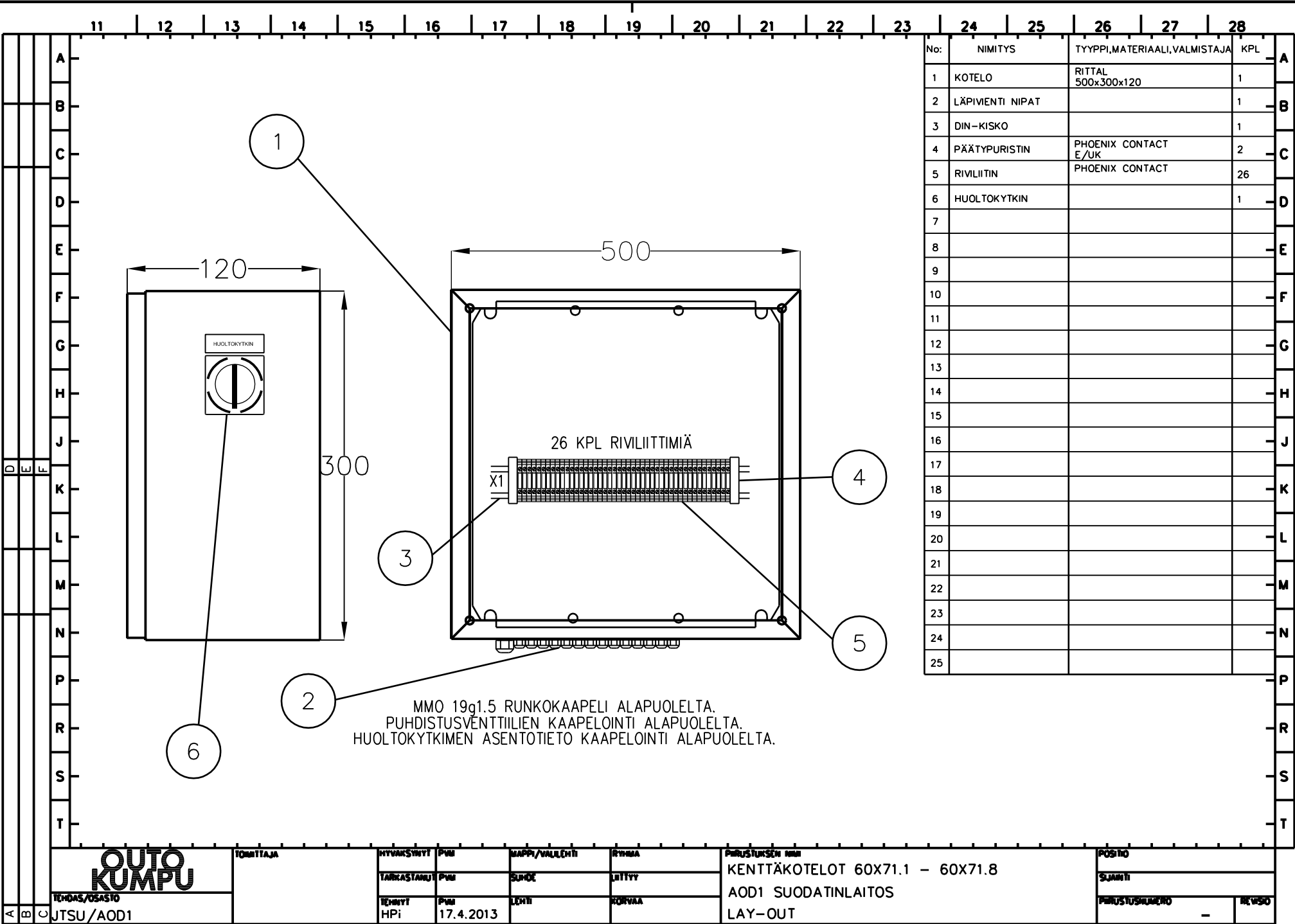
PIIRUSTUSNUMERO

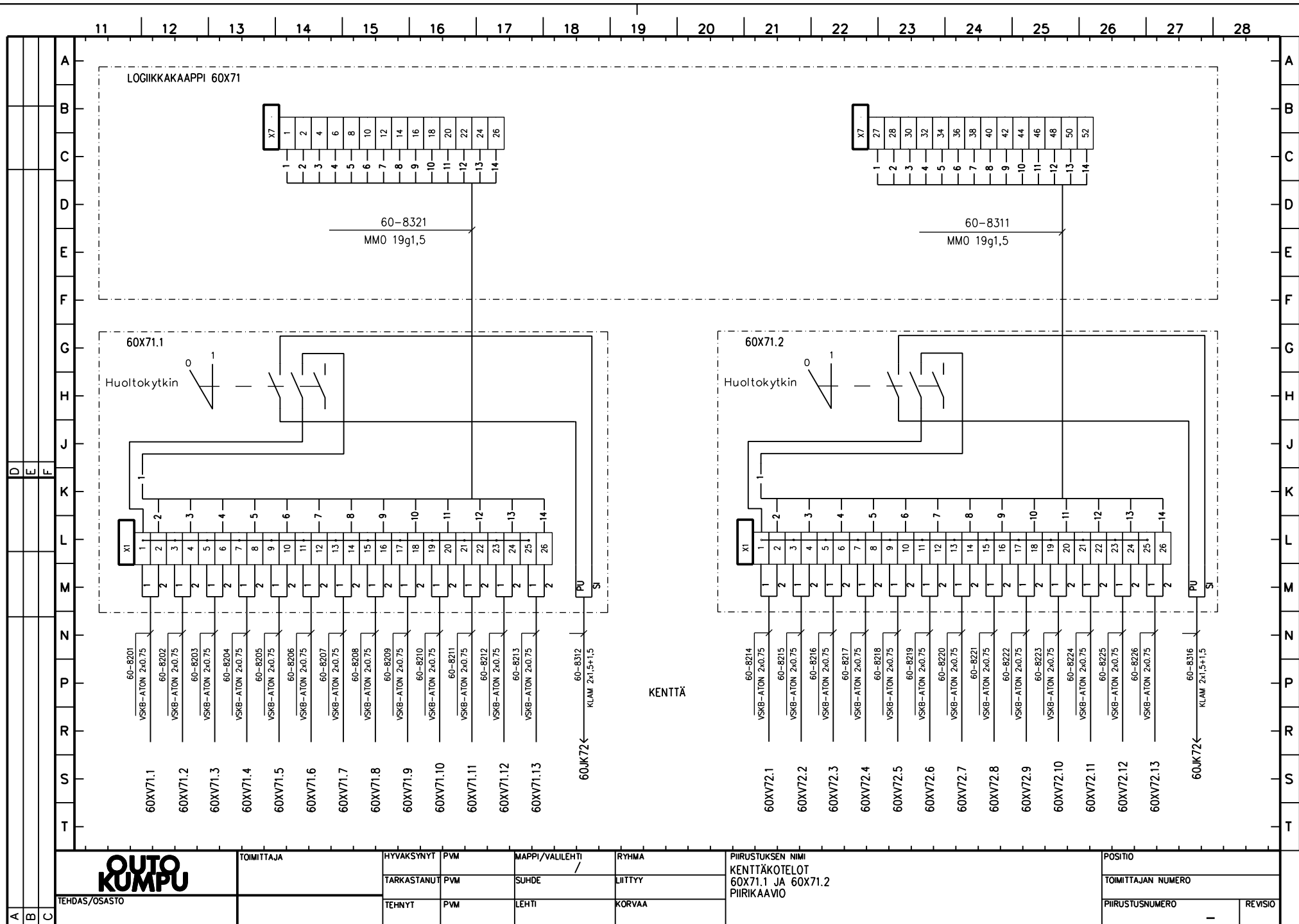
REVISIO



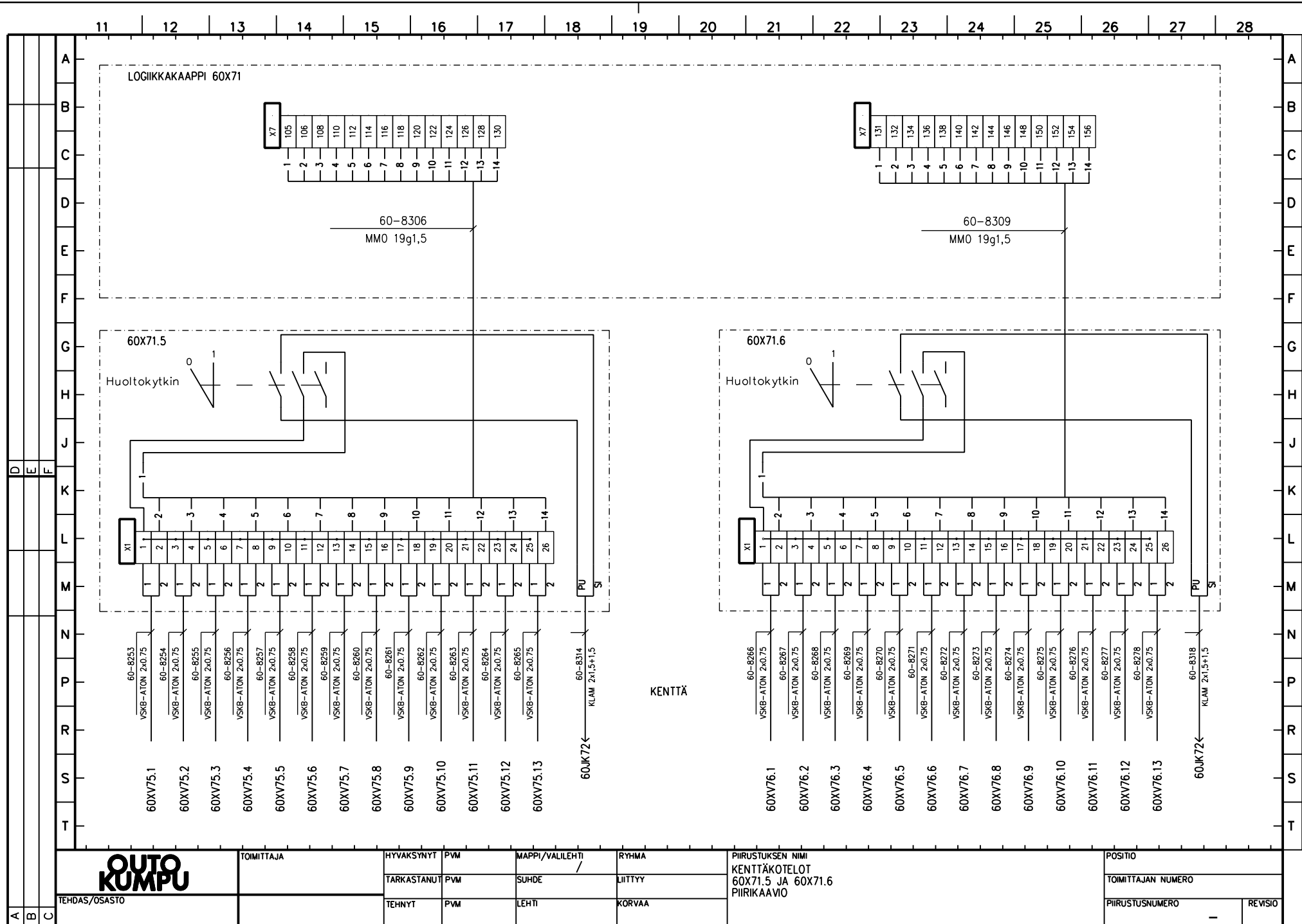




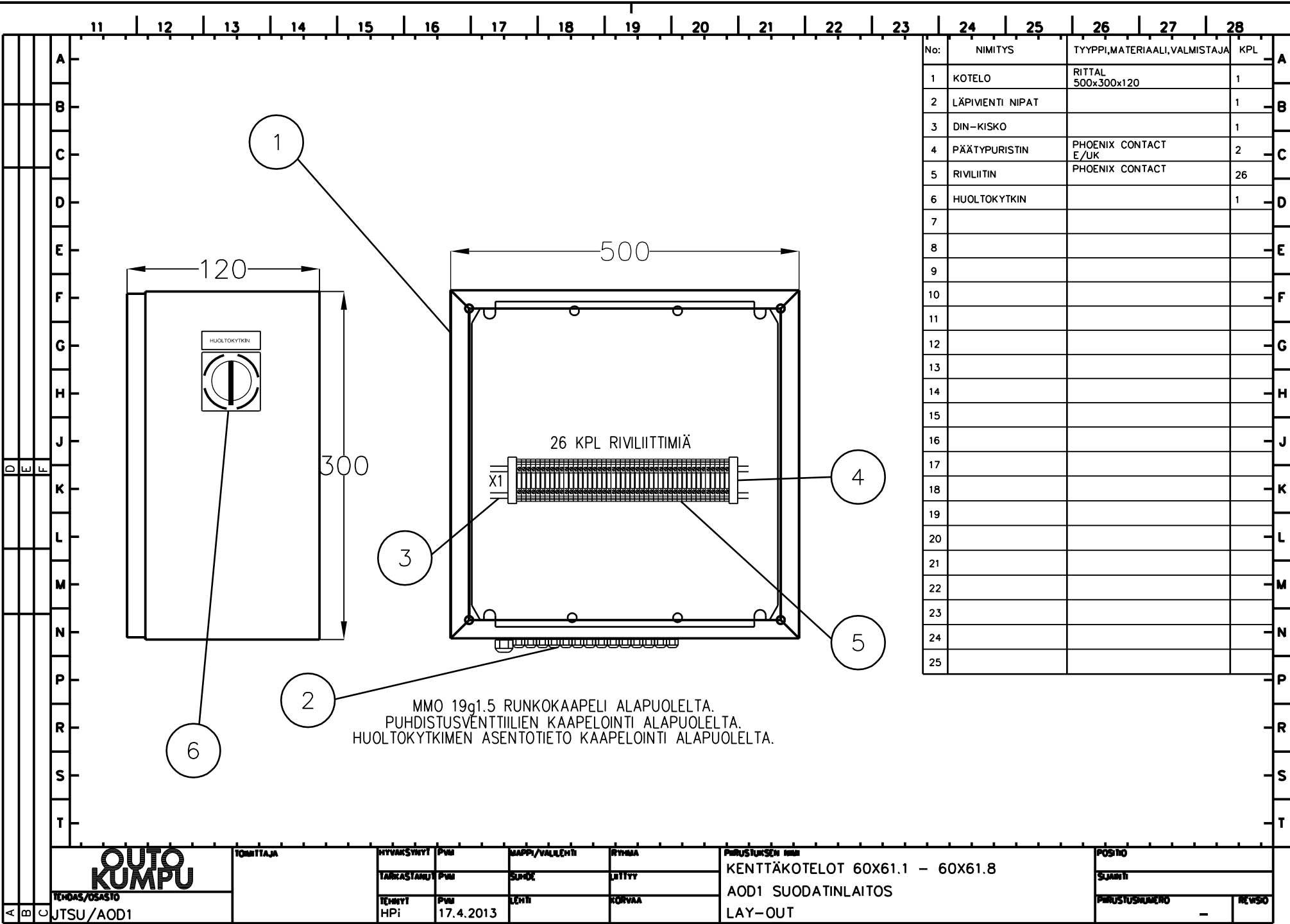


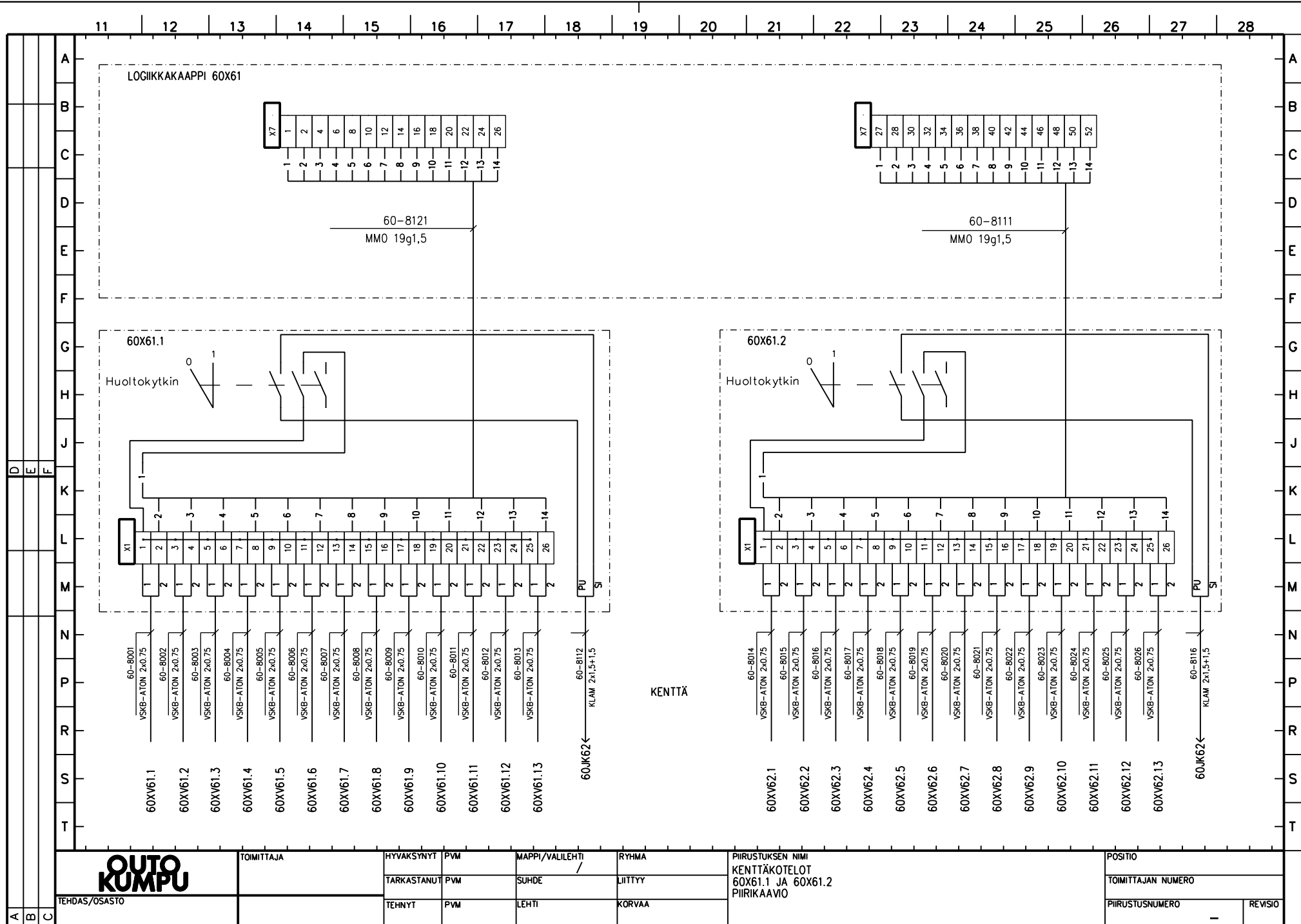


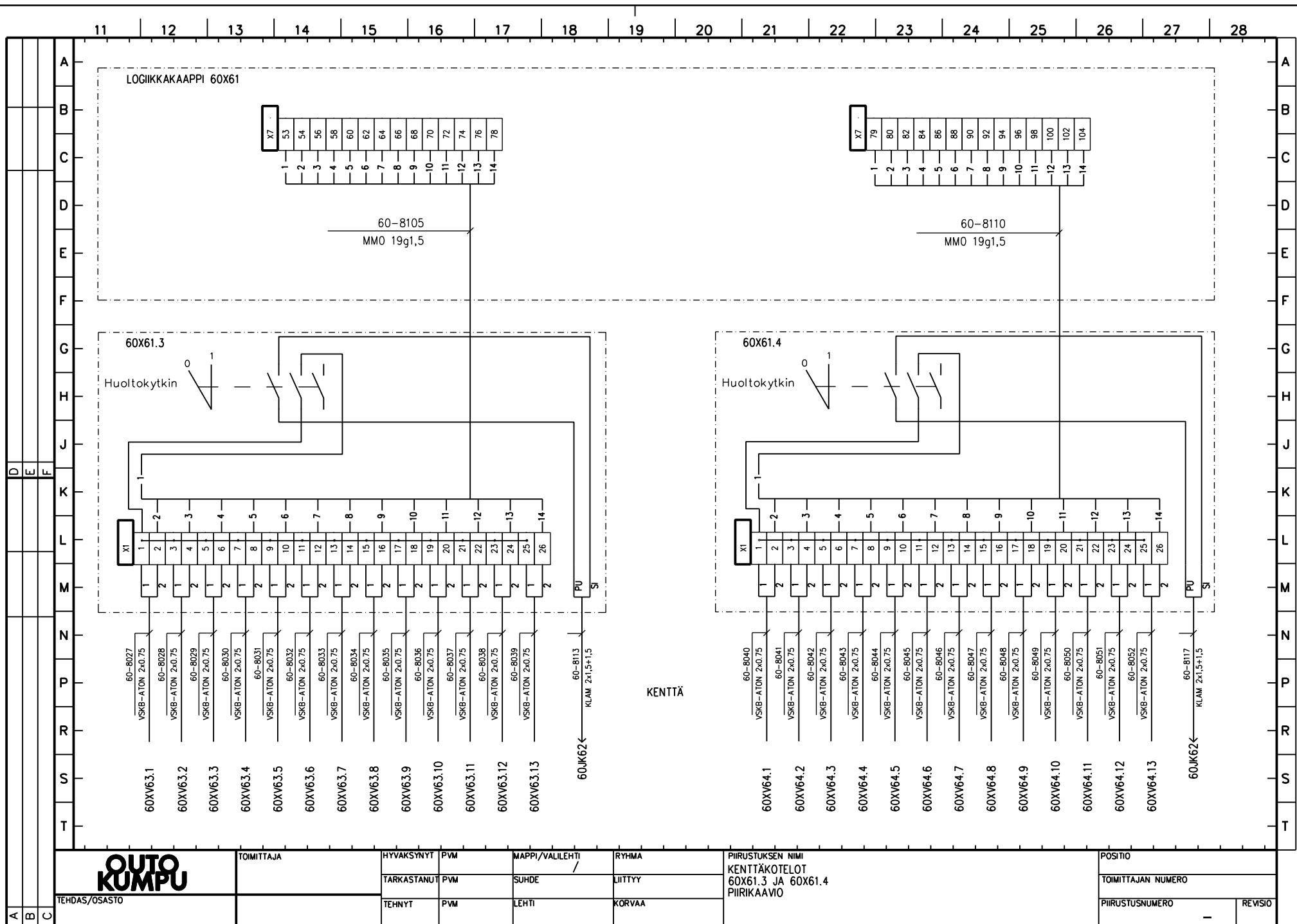


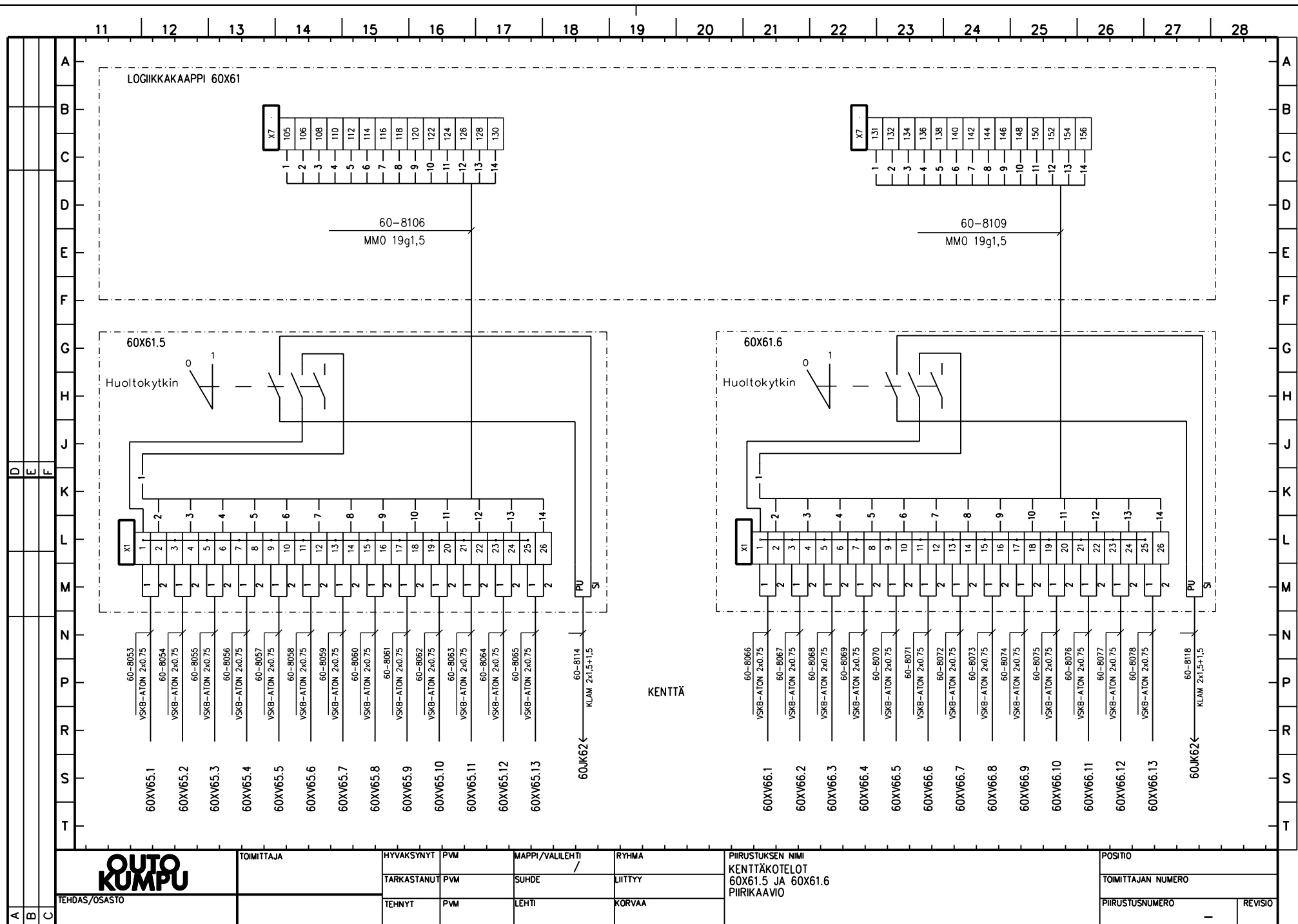


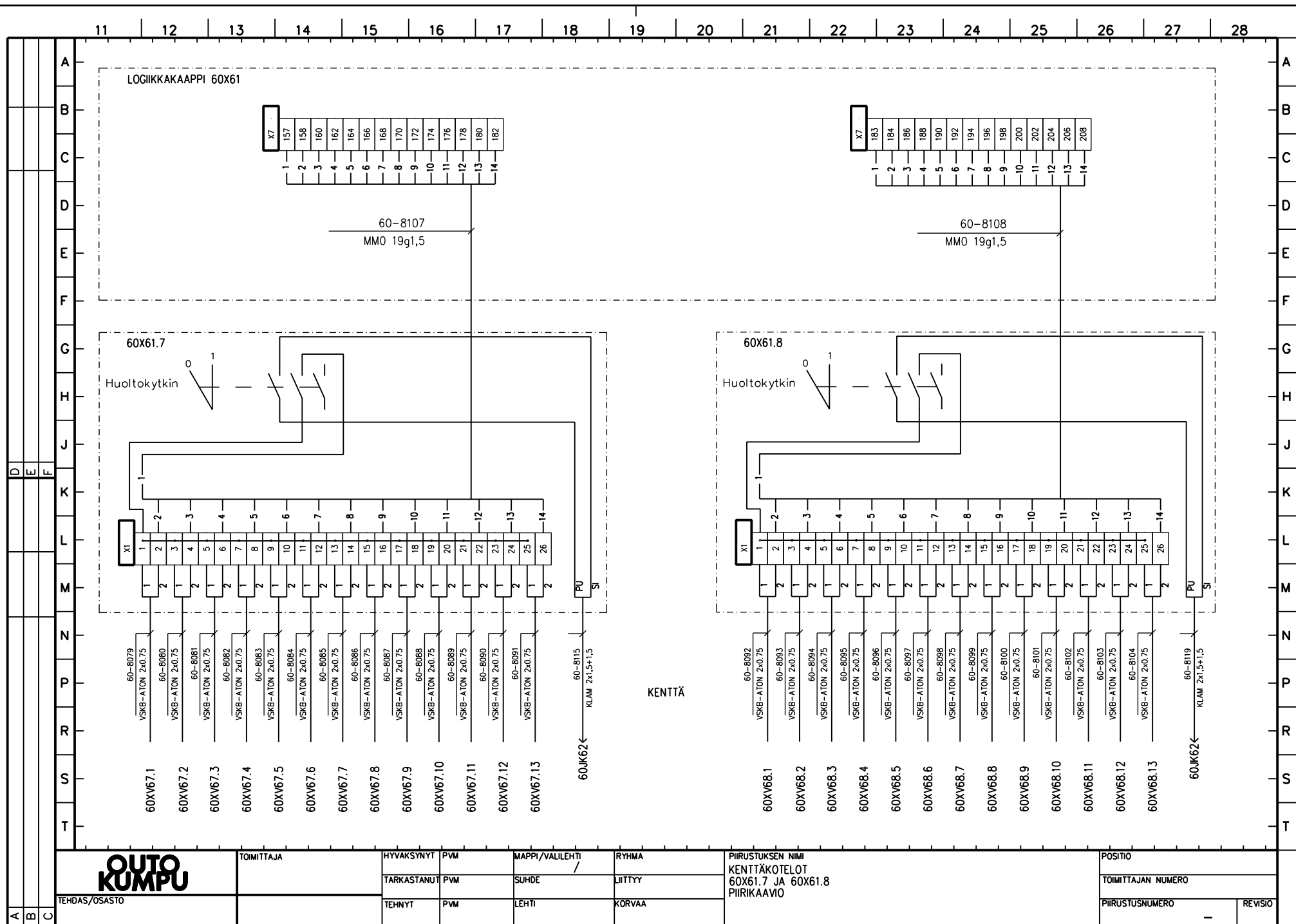












UNITRONIC® BUS L2/FIP FC

(PROFIBUS-väyläkaapeli pikaliitostekniikkaan)

Unitronic®-BUS L2/FIP FC -kaapelia voidaan käyttää PROFIBUS DP-, FMS- ja FIP-järjestelmissä. Se on suunniteltu rakenteeltaan pikaliitostekniikkaan soveltuvaksi.



RAKENNE

Johdin: Kirkas kuparilanka, johtimet kierretty pariksi (punainen ja vihreä)
 Häiriösuojaus: Alumiinifolio ja kirkas kuparilankapalmikko
 Vaippa: PVC-seos, paloapidattävä (IEC 60332-1). Väri: violetti (RAL 40001)

Kaapeli soveltuu tiedonsiirtonopeuden mukaan seuraaville kaapelipituuksille:

PROFIBUS-DP (SIMATIC NET)	FIP
1,5 MBit/s = maks. 200 m	1,0 MBit/s = maks. 200 m
12 MBit/s = maks. 100 m	2,5 MBit/s = maks. 200 m

TEKNISET TIEDOT

Minimitaivutussäde:		Johdinresistanssi:	maks. 110 Ω/km
- kiinteä asennus:	75 mm	Ominaisimpedanssi:	150 ± 15 Ω
Käyttölämpötila:		Johdintunnukset:	punainen ja vihreä
- kiinteä asennus:	-40 °C...+80 °C		
Sallittu signaalijännitteen hetkellisarvo:	250 V		
(ei tehonsyötössä)			
Koestusjännite:	1500 V		
Silmukkavastus:	maks. 110 Ω/km		
Keskinäiskapasitanssi:	maks. 30 nF/km		
(800 Hz)			

Tyyppi	Johdinluku x johtimen halkaisija mm	Ulko- halkaisija mm	Kupari- määrä n. kg/km	Paino n. kg/km
Kiinteä asennus UNITRONIC®-BUS L2/FIP FC	1 x 2 x 0,64	7,8	26,0	72,0

